

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE NANCY

POUR OBTENIR

le Titre de Docteur de l'Université de Nancy

MENTION " PHARMACIE "

PAR

Pierre PLOUSSARD

PHARMACIEN

Licencié ès-Sciences

Diplômé de Microbiologie

Lauréat de l'Université et de la Faculté
de Pharmacie de Nancy

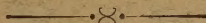
né à Châlons-sur-Marne, le 19 octobre 1912



L'eau potable à Châlons-sur-Marne et dans quelques communes limitrophes

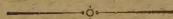
Étude géologique, historique, chimique et bactériologique

Soutenue le 14 Juin 1937, devant la Commission d'Examen



Président . . . MM. PASTUREAU

Juges . . . { MEUNIER
Dr VERNIER



NANCY

SOCIÉTÉ D'IMPRESSIONS TYPOGRAPHIQUES

1937

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE NANCY

POUR OBTENIR

le Titre de Docteur de l'Université de Nancy

MENTION " PHARMACIE "

PAR

Pierre PLOUSSARD

PHARMACIEN

Licencié ès-Sciences

Diplômé de Microbiologie

Lauréat de l'Université et de la Faculté
de Pharmacie de Nancy

né à Châlons-sur-Marne, le 19 octobre 1912

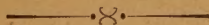


L'eau potable à Châlons-sur-Marne

et dans quelques communes limitrophes

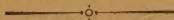
Étude géologique, historique, chimique et bactériologique

Soutenue le 14 Juin 1937, devant la Commission d'Examen



Président . . . MM. PASTUREAU

Juges . { MEUNIER
D^r VERNIER



NANCY

SOCIÉTÉ D'IMPRESSIONS TYPOGRAPHIQUES

1937

PERSONNEL ENSEIGNANT

Doyen:

M. PASTUREAU, O , I , .

Assesseur:

M. LASSEUR, , I , .

Professeurs:

MM. DOURIS, I  ,  , 	Toxicologie.
PASTUREAU, O  , I  , 	Pharmacie chimique.
SEYOT,  ,  , I  ,  , 	Histoire naturelle.
LASSEUR,  , I  , 	Microbiologie.
N.....	Matière médicale.
N.....	Chimie organique.
N.....	Pharmacie galénique.

Chargés de cours magistraux:

M. MEUNIER	Pharmacie galénique.
Mlle FRANÇOIS.	Matière médicale.
M. KAYSER.	Chimie Biologique.

Chargés de cours:

MM. VERNIER, I 	Zoologie.
CORDEBARD,  , I 	Analyse chimique.
DONZELOT, ...	Physique. - Chimie minérale.
MARCHAL	Hydrologie.
RICHARD	Chimie organique.

Chefs de travaux:

MM. VERNIER, I 	Microbiologie et Parasitologie.
CORDEBARD,  , I 	Chimie et Analyse chimique.
STEIMETZ, 	Micrographie.
DONZELOT (chargé de trav.)	Physique.
RICHARD (chargé de travaux).	Pharmacie.
LASCÈVE (chargé de travaux)..	Chimie biologique et Toxicologie.

Secrétariat:

M. TRIBOLET, I 	Secrétaire.
--	-------------

Doyens honoraires:

MM. BRUNTZ, O  ,  , I  , O  ,  , 	Recteur de l'Université de Nancy.
SEYOT,  ,  , I  ,  , 	Professeur d'Histoire naturelle.

Professeurs honoraires:

MM. GRELOT,  , I  ,  .	
BRUNTZ, O  ,  , I  , O  ,  ,  .	

Agrégé libre:

M. GIRARDET,  , I 	Chimie et Toxicologie.
--	------------------------

La Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend ni les approuver ni les imputer.



A MON PÈRE,

*Qui fut mon premier Maître en
pharmacie,*

A MA MÈRE,

*En témoignage de ma reconnais-
sance et de ma profonde affection.*

A MA FEMME,

*Qui avant d'être ma compagne
pour la vie, fut la camarade de mes
études.*

A MES BEAUX-PARENTS.

A MA SŒUR.

A MON FRÈRE.

Meis et amicis.

A mon Président de thèse,

MONSIEUR LE PROFESSEUR PASTUREAU

Doyen de la Faculté de Pharmacie

A mes Juges:

MONSIEUR MEUNIER

Chargé de cours de Pharmacie galénique

MONSIEUR LE DOCTEUR VERNIER

Chargé de cours de Zoologie

A tous mes Maîtres de la Faculté de Pharmacie.

INTRODUCTION

L'alimentation en eau potable d'une grande ville moderne est un problème d'une importance considérable. Il doit retenir l'attention vigilante des hommes dévoués, soucieux de faire bénéficier leurs concitoyens des progrès de l'hygiène et de diminuer les causes de morbidité et de mortalité.

« Ariston men udor » ; il n'y a rien de meilleur que l'eau proclamait dès l'antiquité le poète PINDARE et THALÈS, le doyen des Sept Sages de la Grèce, plaçait l'eau à la tête des éléments. Ces deux appréciations résument toute l'importance que l'antiquité attachait à la possession de l'eau. Le premier souci des Romains lorsqu'ils fondaient une ville était de la pourvoir d'eau en abondance, témoins ces vestiges d'aqueducs que les fouilles mettent à jour dans notre région.

Nos ancêtres, s'ils ne disposaient certes que de moyens d'un empirisme rudimentaire pour apprécier la valeur de l'eau et si parfois pour cacher leur ignorance ils expliquaient par un pouvoir divin les vertus de certaines sources, n'en avaient pas moins compris que l'eau représente un élément indispensable à la vie et que son usage est à la base de l'hygiène.

De nos jours toute municipalité soucieuse de la santé de ses administrés ne doit pas négliger cet important problème d'urbanisme. Il ne suffit pas de disposer d'un cube d'eau important: la qualité doit également entrer en ligne de compte. C'est l'idée qui s'est imposée à mesure que l'hydrologie dégagée de l'empirisme bénéficiait des méthodes em-

ployées en chimie et des découvertes effectuées dans le domaine de la bactériologie. Pour apprécier la qualité d'une eau on n'avait recours autrefois qu'à l'analyse chimique: degré hydrotimétrique, dureté, teneur en chaux, matières organiques. Ces éléments servaient de tests dont on affirmait l'infailibilité. L'avènement de la bactériologie vit se dessiner une réaction inverse. Toute la confiance accordée aux méthodes chimiques fut alors reportée sur les données fournies par la nouvelle discipline. Des résultats discordants ne tardèrent pas à montrer que l'on faisait fausse route et que l'on ne pouvait tirer une conclusion certaine qu'en s'appuyant sur les résultats fournis par les deux sortes d'analyses.

La géologie apporta de son côté des renseignements précieux pour l'interprétation de la qualité des eaux potables. Bientôt les lois sanctionnèrent les acquisitions de l'expérience. L'avis du géologue fut rendu obligatoire au même titre que les résultats du chimiste ou du bactériologiste pour chaque projet de captage. Et l'on comprend très bien qu'avant de conclure à la mauvaise qualité d'une eau il est désormais nécessaire de relever les différents terrains traversés par cette eau et d'étudier le régime hydrographique de la région. La nature du sous-sol conditionne en effet l'allure des eaux souterraines et influe sur leur minéralisation, sur leur pureté, expliquant, le cas échéant, leur pollution.

Depuis les admirables travaux de PASTEUR il est prouvé que certaines maladies ont une origine hydrique. L'eau peut devenir le vecteur de nombreux germes pathogènes et provoquer ainsi de graves épidémies parmi lesquelles il faut citer l'une des plus fréquentes: la fièvre typhoïde. Toute amélioration de la qualité de l'eau est suivie d'une diminution de cette maladie contagieuse et des autres affections transmissibles par ce liquide. Les statistiques ci-jointes établies par le docteur IMBEAUX et la section d'hygiène de

la S. D. N., montrent les ravages causés par la fièvre typhoïde dans divers pays et dans quelques-unes des plus grandes villes du monde [11].

*Statistique de mortalité par fièvre typhoïde
dans un certain nombre de grandes villes (1)*

Pourcentage par 100.000 habitants

Nom des Villes	Période de 1886 à 1889 inclus	Période de 1904 à 1906 inclus	Période de 1919 à 1921 inclus	Période de 1931 à 1933 inclus
Paris	45,2	11,0	5,3	3,4
Marseille.	104,2	41,9	41,4	17,4
Lyon	29,5	15,5	4,9	3,0
Bordeaux	62,0	16,5	10,9	15,2
Lille	19,5	9,1	7,5	2,5
Nantes	51,7	22,1	17,3	14,4
Toulouse.	80,2	20,1	10,8	11,6
Saint-Etienne	28,7	33,0	6,5	2,8
Le Havre	195,0	36,2	16,3	7,2
Rouen	72,5	18,6	8,6	3,8
Nancy	55,7	12,0	3,5	3,0
Toulon	106,2	60,2	21,3	21,0
		(de 1901 à 1905)	(de 1923 à 1925)	
New-York	26,0	18,0	3,89	1,0
Chicago	63,0	28,0	1,72	0,4
Boston	39,0	22,0	2,14	0,6
Londres	15,0	9,0	1,03	0,5
Glasgow	18,0	15,0	0,98	0,9
Dublin	50,0	24,0	1,71	2,2
Belfast	50,0	49,0	2,05	0,3
Bruxelles	22,0	11,0	2,60	1,2
Amsterdam	21,0	9,0	3,27	0,7
Copenhague	12,0	7,0	0,68	1,7
Stockholm	15,0	3,0	0,82	1,0

(1) *Le mouvement sanitaire*, n° 137, septembre 1935.

	Période de 1886 à 1889 inclus	Période de 1904 à 1906 inclus	Période de 1919 à 1921 inclus	Période de 1931 à 1933 inclus
Berlin	14,0	4,0	1,01	0,6
Hambourg	18,0	4,0	2,22	1,0
Dresde	11,0	4,0	1,58	0,4
Breslau	15,0	8,0	1,48	0,3
Munich	12,0	4,0	1,11	0,6
Vienne	11,0	4,0	3,10	1,6
Prague	41,0	24,0	2,24	2,4
Budapest	48,0	10,0	10,50	5,0
Rome	46,0	48,0	13,28	9,8
Milan	71,0	44,0	18,82	5,9
Turin	43,0	25,0	14,57	11,4
Venise	38,0	34,0	12,93	15,7

*Statistique de la mortalité générale
et de la mortalité typhique dans quelques pays.*

	Mortalité générale par 1.000 habitants			Mortalité typhique par 100.000 habitants		
	1913	1923	1933	1913	1923	1933
Allemagne	15,0	13,9	11,2	3,2	3,1	1,2 (1932)
Angleterre	13,8	11,6	12,3	4,4	1,2	0,6
Danemarck	12,5	11,3	10,6	»	1,3	0,6
France	17,7	16,7	15,8	9,4	6,6	3,8
					(1921)	(1932)
Espagne	22,2	20,6	16,4	22,9	23,8	13,5
Italie	18,7	17,0	13,7	22,1	22,4	11,2

Ces chiffres indiquent clairement la concordance étroite qui existe entre l'usage d'une eau abondante et saine et l'abaissement de la morbidité et de la mortalité. L'eau de bois-

son peut exercer son influence au delà des maladies dites d'origine hydrique sur d'autres affections. C'est ce que traduit le phénomène d'ALLEN HAZEN qui veut que le gain d'un décès par fièvre typhoïde entraîne celui de deux ou trois décès pour l'ensemble des autres maladies. La question de l'alimentation en eau des villes doit d'ailleurs être envisagée non pas isolément, mais dans ses rapports avec d'autres problèmes solidaires tels que la surveillance médicale, la destruction des nuisances, l'assainissement. Sur 38.007 communes françaises, moins de 11.000 possédaient en 1933 un réseau complet ou partiel de distribution d'eau et de nombreuses grandes villes mettent encore à la disposition de leurs habitants, des quantités d'eau nettement insuffisantes [8].

Les quelques chiffres suivants nous donneront les volumes d'eau distribués en 1926 dans diverses villes françaises par habitant et par jour.

Grenoble, Grasse, Vienne	1.000 litres.
Cannes, Maubeuge, Poligny, Saint-Claude	750 à 850 litres.
Carcassonne, Dieppe	550 à 600 litres.
Lyon, Nancy, Nîmes, Béziers, Valence, Montauban, Vichy, Melun, Toul, Digne, Remiremont	300 à 450 litres.
Toulon, Mulhouse, Angers, Clermont-Ferrand, Le Mans, Montpellier, Lunéville, Epinal, Annecy, Chaumont	250 à 300 litres.
Marseille, Toulouse, Nice, Oran, Reims, Metz, Troyes, Lorient, Châlons-sur-Marne, Compiègne, Dôle, Draguignan	200 à 250 litres.
Bordeaux, Strasbourg, Amiens, Boulogne-sur-Mer, Bar-le-Duc, Soissons, Gap, Blois, Charleville, St- Dié	150 à 200 litres.
Belfort, Le Creusot, Poitiers, Epernay, Alençon, Sa- verne, Vitry-le-François, Valenciennes, Foix, Ve- soul, Sélestat	100 à 150 litres.
Alger, Nantes, Saint-Quentin, Saint-Nazaire, Sedan, Tarbes, Laval, Vannes, Dunkerque	70 à 100 litres.

Brest, Sousse, Rochefort, Chartres, Biarritz, Laon, Mâcon, Langres	50 à 60 litres.
Roubaix, Tourcoing, Fontainebleau, Cholet	40 à 50 litres.
Puminy	35 litres.
Morlaix	25 litres.
Aubusson	20 litres.

Quant aux Parisiens, ils recevaient en 1925 un total de 435 litres d'eau par habitant et par jour dont 40 % seulement en eau potable. Un gros effort a été accompli depuis 1920 en France pour doter toutes les communes d'eau potable. Le sous-sol de notre pays est certainement très riche en nappes ou en courants souterrains. L'hydrogéologie est malheureusement une science relativement récente et nous ne connaissons actuellement que d'une façon imparfaite les ressources hydrauliques françaises. Une exploitation rationnelle de ces richesses contribuerait au bien-être des habitants et à la sauvegarde de la santé publique.

Nous avons été amenés à entreprendre ce travail en considérant les difficultés que rencontraient les autorités municipales dans le cours de ces dernières années, pour procurer à la population une quantité suffisante d'eau potable.

Nous remercions vivement M. le Professeur MEUNIER qui nous a encouragé à étudier d'une façon générale la question des eaux potables dans notre Ville et à étendre nos recherches dans quelques communes voisines de Châlons.

En présentant aujourd'hui ce modeste travail, nous avons voulu exposer les différents aspects d'un problème local dont l'importance capitale n'échappe à personne; c'est pourquoi nous pensons avoir fait œuvre utile pour nos concitoyens. Nous avons retracé pour eux les différentes phases successives qui ont caractérisé dans notre Ville la question des eaux; nous avons relaté en toute impartialité les efforts parfois infructueux de tous ceux qui se sont suc-

cédés à la direction des affaires municipales. Enfin nous avons renseigné nos compatriotes sur la qualité des eaux distribuées.

Châlonnais de naissance, nous avons éprouvé beaucoup de plaisir à évoquer le passé de notre Ville, et à mieux connaître toutes les activités qui se sont déployées de tout temps pour assurer par d'incessantes améliorations dans tous les domaines le développement et la prospérité de notre cité.

Nous avons divisé notre étude de la façon suivante:

PREMIERE PARTIE

Chapitre I. — Etude géographique et géologique de la Champagne.

Chapitre II. — Etude hydrologique de la région de Châlons.

DEUXIEME PARTIE

Chapitre I. — Situation géographique et topographie de la ville.

Chapitre II. — Historique de la ville de Châlons.

Chapitre III. — Historique de la question de l'eau potable à Châlons.

Chapitre IV. — Technique opératoire des analyses chimique et bactériologique.

Chapitre V. — L'eau de Châlons: étude chimique et bactériologique.

Recherches bibliographiques.

Résultats personnels.

TROISIEME PARTIE

Chapitre I. — Effort fait dans le département de la Marne pour doter les communes d'une distribution d'eau potable.

Chapitre II. — Etude de l'alimentation en eau potable de quelques communes.

Chapitre III. — Résultats personnels des analyses chimiques et bactériologiques.

Conclusions.

Il nous reste maintenant un agréable devoir à remplir: avant d'exposer les résultats de notre travail, nous sommes heureux d'adresser ici à tous nos maîtres de la Faculté de Pharmacie et de la Faculté des Sciences, le témoignage de notre profonde reconnaissance pour le brillant enseignement que nous avons reçu pendant nos cinq années d'études et pour le bienveillant intérêt qu'ils nous ont toujours réservé.

Nous avons rencontré dans toutes les occasions l'accueil le plus cordial auprès de M. le Doyen PASTUREAU; sa bienveillance a été pour nous un précieux encouragement pendant notre passage à la Faculté de Pharmacie. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre infinie reconnaissance et de nos remerciements les plus sincères pour la nouvelle marque de sympathie qu'il nous témoigne en acceptant la présidence de notre jury.

M. le Professeur MEUNIER fut l'inspirateur de notre travail. Il a suivi pas à pas nos recherches, s'intéressant à notre travail, nous entourant de son affection. Les conseils

éclairés qu'il nous a prodigués pendant le cours de nos études, l'aide amicale qu'il nous a apportée dans toutes les circonstances lui donnent droit à toute notre affectueuse reconnaissance.

M. le Docteur VERNIER a accepté de juger notre travail; nous nous rappellerons toujours avec plaisir les conseils paternels qu'il nous a donnés, les agréables instants que nous avons passés auprès de lui. Nous sommes heureux de lui exprimer nos remerciements pour la sympathie qu'il nous manifeste aujourd'hui.

Il y aurait ingratitude de notre part si nous n'exprimions pas nos sentiments de profonde reconnaissance à M. le Médecin commandant POIRIER, chef du laboratoire de bactériologie de l'Hôpital militaire de Châlons.

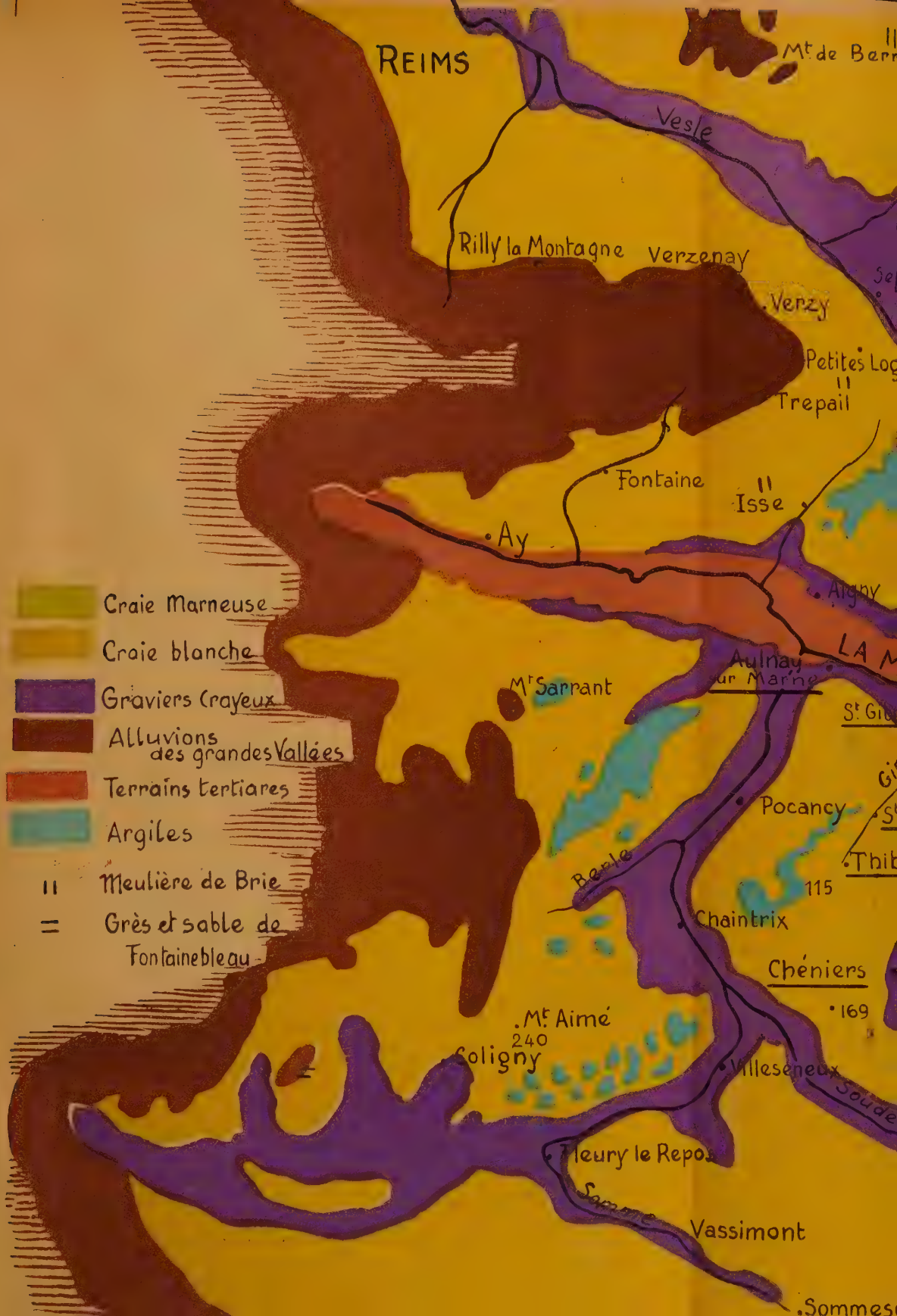
Durant notre année de service militaire, il nous a prodigué les conseils les plus éclairés et nous a fait profiter de sa grande expérience scientifique.

Nous n'avons garde d'oublier toutes les personnalités qui ont facilité l'élaboration de notre travail en nous autorisant à consulter les archives municipales ou départementales, et en nous procurant de précieuses indications sur le fonctionnement du Service des eaux dans la ville de Châlons et dans les communes avoisinantes. Que MM. Marc MILLET, maire honoraire; CHAMPION, maire de Châlons; M. BRIANCOURT, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées; M. le Docteur ESTOR, médecin inspecteur départemental d'hygiène veuillent bien trouver ici l'expression de notre vive gratitude.

M. LEMAIRE, Directeur des Travaux de la ville de Châlons nous a toujours réservé l'accueil le plus cordial malgré tous les dérangements que nous lui avons occasionnés. Nous sommes heureux de lui exprimer tous nos remerciements pour l'inlassable complaisance qu'il a mise à parfaire notre

documentation et à faciliter la tâche délicate des prélèvements d'eau.

En terminant, nous regrettons de ne pouvoir citer les nombreux concours que nous avons rencontrés. Que toutes les personnes qui nous ont apporté leur aide, trouvent ici l'expression de notre reconnaissant souvenir.



REIMS

Mt de Berr

Vesle

Rilly la Montagne Verzenay

Verzy

Petites Loges

Trepail

Fontaine

Isse

Ay

Aigny

LA M

Aulnay sur Marne

St. Gild

Mt Sarrant

Pocancy

Thib

115

Chaintrix

Chéniers

169

Mt Aimé

Soligny

Villeseneux

Fleury le Repos

Vassimont

Sommes



Carte géologique
de la Région de Châlons-sur-Marne

PREMIÈRE PARTIE

Etude géographique. géologique
et hydrologique

CHAPITRE PREMIER

ÉTUDE GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE DE LA CHAMPAGNE

Étude géographique de la Champagne

En jetant les yeux sur la carte géologique de Châlons on est frappé immédiatement du contraste brutal qui semble opposer deux régions.

A l'Ouest, c'est le bassin tertiaire parisien aux nombreuses couches géologiques donnant un plateau fertile, des vallées nombreuses, des forêts épaisses. A l'Est, une teinte jaune presque uniforme marque la région champenoise, vaste plaine basse au relief mollement accusé. Seules, quelques vallées en viennent rompre la monotonie. Une falaise abrupte de 120 mètres de hauteur sépare nettement ces deux régions, accentuant encore les différences.

Champagne, ce terme évoque à lui seul de nombreux souvenirs. Tiré du latin *Campania*, il a toujours indiqué de vastes étendues plutôt planes composées de terrains perméables et secs couverts par une végétation moins abondante et moins vaste qu'ailleurs: Champagne de Caen, Champagne berrichonne, Champagne charentaise. Dans la région qui nous intéresse, ce terme désignait à l'origine la plaine crayeuse, aride, aux horizons steppeux qui porte maintenant

le nom de Champagne pouilleuse. Mais ce nom a reçu par la suite une extension historique. Par des conquêtes successives les comtes de Champagne agrandirent petit à petit leurs possessions vers l'Est et l'Ouest. C'est ainsi que naquit la province de Champagne. Elle comprenait des régions aux caractères bien différents de ceux de la Champagne primitive. En faisaient partie les départements actuels des Ardennes, de la Haute-Marne, de l'Aube, les arrondissements de Château-Thierry (Aisne), de Meaux, Coulommiers, Provins (Seine-et-Marne), de Sens, Joigny et Tonnerre (Yonne), et quelques communes des Vosges, de la Côte d'Or et de la Meuse.

Actuellement on a assigné à la Champagne des limites plus étroites et donné ce nom à des contrées semblables par l'allure générale du sol et la composition des terrains. La Champagne est constituée par deux bandes de terrain qui s'allongent parallèlement l'une à l'autre du Nord au Sud. A l'Est, c'est la Champagne humide (crétacé inférieur), formée d'argiles et de sables imperméables et humides; à l'Ouest, nous trouvons le Senonais et la Champagne crayeuse où domine la craie blanche, tendre, perméable et sèche. Ces plaines dont le relief va s'abaissant comme celui du bassin parisien de l'Est vers le centre sont bordées à l'Est par les hauteurs du Barrois (qui se rattache au jurassique lorrain), et de l'Argonne, dont les argiles appelées gaizes font partie du crétacé inférieur; à l'Ouest par la falaise de l'Ile de France et ses calcaires tertiaires plus résistants que la craie champenoise.

La région envisagée dans cette étude porte le nom de Champagne crayeuse; si elle n'est pas variée, elle présente du moins le mérite de comporter des limites bien définies représentées par les affleurements du terrain de craie. Elle s'étend de Sens à Rethel sur 200 kilomètres environ et sur une largeur de 60 kilomètres entre Epernay et Vitry-le-

François. A l'Ouest, comme nous l'avons vu plus haut la Champagne crayeuse s'appuie en partie sur le bassin parisien; à l'Est, des collines crayeuses dont l'altitude dépasse souvent 200 mètres forment la limite. Au Nord-Ouest sa frontière est celle de la Champagne proprement dite: au Sud-Ouest elle se termine aux débris tertiaires du pays d'Othe et du Senonais.

La partie centrale de cette contrée comprise entre Reims, Châlons et Troyes a reçu le nom de Champagne pouilleuse. Sa monotonie, son aridité ont toujours trouvé écho dans les récits de voyages de nombreux écrivains. Laissons-leur la parole.

« De Reims à Rethel, rien, raconte Victor Hugo dans « Le Rhin ». La Champagne pouilleuse à laquelle juillet vient de couper ses cheveux d'or; de grandes plaines jaunes et nues, immenses et molles vagues de terre au sommet desquelles frissonnent comme une écume végétale, quelques broussailles misérables... Tout le pays n'est que plaines mais toujours des plaines c'est trop beau » [19]. MICHELET parle aussi « du désert de la Champagne pouilleuse une triste mer de chaume étendue sur une immense plaine de plâtre ». Le pays est « généralement plat, pâle et d'un prosaïsme désolant. Les bêtes sont chétives, les minéraux, les plantes peu variés. De maussades rivières traînent leur eau blanchâtre entre deux rangs de peupliers » [35].

Les temps sont changés: si elle ne présente pas le pittoresque d'autres régions plus favorisées, la Champagne crayeuse a perdu cette réputation de pauvreté et de stérilité qui la caractérisait autrefois. La ténacité du paysan champenois a eu raison de ce sol ingrat: des bois ont remplacé les steppes, des amendements judicieux ont transformé les anciens savarts en magnifiques champs de céréales. Les cultures localisées autrefois au voisinage des vallées ont gagné

petit à petit les plateaux considérés auparavant comme improductifs.

L'importance de la Champagne réside bien moins dans ce développement économique et agricole que dans le rôle qu'elle a joué et jouera toujours du fait de sa situation géographique. Depuis les premières ébauches de civilisation humaine, les plaines champenoises ont formé un véritable carrefour. Nous n'en voulons pour preuve que les innombrables vestiges du passé que cette région a livré aux recherches patientes des archéologues. La plupart des cours d'eau qui la traversent se dirigent vers l'Île de France; de nombreuses routes la parcourent; elles ont servi et servent encore aux communications entre l'Ouest et l'Est, entre le Sud et le Nord-Ouest. Les plaines crayeuses sèches et peu fertiles de la Champagne ont été dès le Moyen âge un trait d'union entre les pays riches situés aux alentours; d'où la célébrité de ses foires et la richesse de ses villes.

De tout temps ses plaines ont été sillonnées par les pèlerins, les marchands, les peuples migrants, les soldats. De tout temps la Champagne s'est trouvée sur la route des invasions offrant à l'envahisseur ses larges vallées qui conduisent du Nord ou de l'Est vers le centre de la France ou le bassin parisien.

Étude géologique de la Champagne

HISTOIRE GÉOLOGIQUE DE LA CHAMPAGNE

Les différentes régions qui constituent la Champagne appartiennent à l'ère secondaire; elles en marquent la fin, c'est-à-dire la période crétacée. A cette époque la mer envahit la Champagne, laissant se déposer à l'étage cénomaniens dans les parties les plus profondes des argiles à Ostracées et non loin du rivage une boue calcaire et argileuse qui deviendra plus tard la gaize de l'Argonne. Les argiles à Os-

tracées furent alors recouvertes par le turonien constitué par de la craie marneuse; il existe dans toute la Champagne.

Le senonien marque le dépôt de la craie blanche qui atteint une épaisseur considérable. La mer occupait alors toute la Champagne actuelle et s'étendait même au delà. Peu à peu elle se retire. Les dépôts de craie qui s'étaient formés dans les fonds subissent des transformations progressives et perdent leur état amorphe primitif. Rognons de silex, nodules de phosphate de chaux, rognons de marcasite, cristaux de calcite acquièrent au prix de longues transformations moléculaires leur individualité chimique et cristallographique. L'érosion fait son œuvre.

Ère tertiaire

La mer envahit de nouveau une partie de la Champagne, laissant comme témoin de son passage l'étage thanétien, que l'on retrouve caractéristique en quelques lieux. Deux nouvelles extensions de la mer tertiaire se produisent par la suite, affectant surtout la partie méridionale de la Champagne. Ses dépôts constituent les étages yprésien et lutétien que l'on trouve au mont de Berru et sur les montagnes de Reims et d'Epernay.

Au cours de la période oligocène la mer revient une dernière fois sur toute la Champagne méridionale et s'étend au Nord jusqu'à la montagne de Reims. Le miocène marque son retrait, puis le début de l'érosion et le creusement des vallées fluviales. Coïncidant avec les grands bouleversements du pliocène un exhaussement de 130 à 150 mètres se produit dans notre région. Il se traduit par l'apparition d'anticlinaux et de synclinaux dirigés Sud-Est, Nord-Est, la formation dans l'épaisseur de la craie de failles orientées tantôt Nord-Sud, tantôt Sud-Est, Nord-Ouest et un décalage dans les dépôts laissés par les différentes incursions marines.

Ere quaternaire.

Elle est marquée en Champagne par l'établissement des différents cours d'eau qui creusent leurs vallées dans l'axe des synclinaux. Ces vallées suivirent le bassin parisien dans les trois effondrements successifs qu'il subit et leur abaissement de profil se traduisit par la formation de terrasses d'alluvions. La Champagne subit alors des phénomènes d'érosion considérable: les dépôts tertiaires disparaissent. La craie mise à nu est profondément entamée et subit l'action dissolvante de l'eau. Les cours d'eau jouent un rôle important dans cette œuvre; ils charrient tous les éléments qu'ils ont arrachés sur leurs parcours aux différentes assises géologiques. C'est ainsi qu'actuellement on rencontre dans la vallée de la Marne des graviers provenant de la désintégration des calcaires portlandiens.

La formation de la crête de l'Ile de France provoque des changements dans la composition du réseau fluvial et le partage des différents cours d'eau entre la Marne et l'Aube. Les tourbières datent également de cette époque; elles se sont constituées dans toutes nos vallées champenoises à la faveur de l'humidité et de l'alluvionnement. Finalement une diminution progressive de la largeur des rivières champenoises nous amène au début de la période actuelle.

EXAMEN GÉOLOGIQUE
DES ENVIRONS IMMÉDIATS DE CHALONS

En possession de ces données, nous pouvons étudier maintenant la topographie des environs immédiats de Châlons et à l'aide des renseignements fournis par les sondages établir la composition du sous-sol et la succession des différentes assises. Le contraste qui oppose la végétation abondante des vallées champenoises à l'aridité des plateaux crayeux semés de maigres bois de pins, nous fournira la division de cette étude.

1° Régions constituées par des terrains d'origine ancienne.

Le sous-sol de ces régions est peu varié; on peut même dire qu'il est constitué uniquement par la craie. La terre végétale ne possède qu'une faible épaisseur; elle est même souvent mélangée à des débris crayeux qui marquent le passage entre les deux zones de terrain. La puissance du banc de craie qui fait suite à cette maigre couche végétative est considérable. Nos ancêtres l'avaient déjà remarqué, puisqu'en 1845 J. CHALETTE [6] note que l'arrondissement de Châlons « appartient entièrement à la craie blanche dont le banc a une immense épaisseur ». Au cours d'un sondage effectué à Reims, en 1861, dans la rue Saint-Pierre des Dames, la craie a été rencontrée jusqu'à une profondeur de 300 mètres [25]. En 1911 l'autorité militaire résolut d'utiliser la nappe artésienne pour alimenter en eau potable les troupes du camp de Châlons. DAUBRÉE estimait que les sables verts devaient être situés à une profondeur de 400 mètres. A la veille de la déclaration de guerre le forage avait atteint la cote — 402 sans rencontrer ni sables verts, ni nappe aquifère profonde. Pour la région de Châlons nous ne possédons pas de renseignements précis sur la puissance du banc de craie, aucun forage n'ayant été poussé jusqu'aux sables verts. Une étude très documentée présentée en 1896, sur la demande du Directeur du Service des eaux, par un entrepreneur de forages, mentionne l'existence des sables et grès verts à 200 mètres de profondeur et leur assigne une épaisseur de 40 mètres. Un autre ingénieur estimait que la nappe artésienne devait se trouver encore plus profondément entre 300 et 320 mètres.

Une caractéristique du banc de craie champenois réside dans son homogénéité. Il est constitué partout par la même roche à prédominance calcaire, tendre, traçante, stratifiée en couches épaisses et découpées par des failles d'importance

variable. Si les mêmes caractères pétrographiques et chimiques se rencontrent dans toute l'épaisseur de ces dépôts secondaires, on enregistre cependant dans la composition et la structure des variations qui traduisent l'âge géologique des différentes couches. Nous allons maintenant les examiner successivement.

La craie repose sur le gault, amas d'argile grise ou noire, renfermant des restes d'ammonites souvent transformées en phosphate de chaux. Cette couche imperméable emprisonne dans les sables quartzeux et glauconieux et les grès verts qu'elle surmonte, une nappe aquifère profonde à laquelle on fait souvent appel dans le bassin parisien.

Etage cénomanien. — C'est le premier élément par suite le plus ancien de la série stratigraphique dite crayeuse. Il est constitué par un mélange d'argile et de glauconie que l'on nomme craie glauconieuse. A la partie supérieure de cet étage on rencontre dans la région châlonnaise des marnes à Ostracées, craies légèrement bleuâtres et imperméables. La zone inférieure du cénomanien ne présente pas la même constitution dans toute l'étendue de la Champagne crayeuse. Aux environs de Vitry par exemple, ce sont les argiles crayeuses à Ostracées qui dominent tandis que dans le massif de l'Argonne, c'est la gaize, roche siliceuse que l'on rencontre à ce niveau.

Etage turonien. — Il se distingue du cénomanien par la persistance de son faciès; on le désignait autrefois sous le nom de craie marneuse. L'argile y prédomine, donnant parfois à l'ensemble une teinte légèrement jaunâtre. Les différents forages effectués dans la cour de l'usine des eaux ont montré que cet étage de 60 à 70 mètres de puissance commence à 40 ou 44 mètres de profondeur. Les géologues reconnaissent ordinairement trois zones dans l'épaisseur du turonien: à la partie supérieure c'est la craie à *Micraster breviporus* renfermant des silex et à *Holaster plenus*. Plus

bas on trouve des marnes blanchâtres à *Terebratulina gracilis* et enfin la craie marneuse bleuâtre à *Inoceramus labiatus*, zone imperméable qui constitue la base du turonien.

Étage senonien. — C'est le domaine de la craie blanche de formation plus récente, de la craie proprement dite plus pure, friable et qui blanchit tout ce qu'elle touche. Sa puissance dans la Champagne crayeuse est d'une centaine de mètres mais l'érosion l'a réduite dans la vallée de la Marne à 30 ou 40 mètres. Tandis que le senonien est caractérisé à Reims par le *Micraster glyphus* et à Epernay par le *Magas pumilus*, c'est le *Micraster cor anguinum* qui domine à Châlons. À Sommesous le calcaire a prix une texture cristalline et était exploité autrefois sous le nom de marbre. C'est cette craie senonienne qui alimente les fabriques de blanc (blanc d'Espagne, blanc de Meudon) si fréquentes dans la région. Quelques lits de marnes ou d'argiles viennent parfois interrompre l'homogénéité de cet étage.

2° Formations superficielles d'origine récente.

On les rencontre principalement au voisinage des cours d'eau. Lorsqu'elles en sont éloignées, elles témoignent de l'existence aux époques anciennes d'une vallée fluviale. L'ère quaternaire a vu s'établir dans la Champagne crayeuse un réseau fluvial dont les grandes lignes n'ont pas subi depuis de grosses modifications.

Dans une roche aussi homogène, aussi malléable que la craie sénonienne les cours d'eau ont tracé sans peine leurs vallées. Les alluvions anciennes indiquent les limites de leur extension passée. Des rivières comme l'Aube, la Seine et la Marne qui prennent naissance dans les formations jurassiques ou infracrétacées de la Lorraine ou de la Bourgogne ont charrié jusqu'en Champagne crayeuse et déposé dans leurs vallées des matériaux empruntés à ces formations géologiques. Pour ne citer que des exemples, on trouve au voisinage de Saint-Memmie des graviers portlandiens qui « s'é-

lèvent jusqu'à une quinzaine de mètres au-dessus du lit actuel de la Marne ». Ce sont, nous dit LAURENT [25] « des alluvions anciennes correspondant à l'avant-dernière phase du creusement de nos vallées ». Sur le versant le moins incliné de la vallée de la Marne on remarque également la présence de graviers calcaires provenant du Barrois. D'autre part, les grandes rivières transversales de la Champagne ont érodé petit à petit le plateau de craie qu'elles traversaient: les graviers crayeux, produits de cette érosion, datant de l'ère quaternaire occupent généralement le versant le plus abrupt de la vallée. En ce qui concerne les rivières exclusivement champenoises, nous voyons que les alluvions anciennes ont une origine autochtone. Elles résultent de l'érosion du terrain de craie. Ces graviers crayeux sont constitués par des fragments roulés de craie blanche, parfois reliés entre eux par un ciment crayeux, parfois aussi mélangés à de l'argile ou à du sable. On les trouve ordinairement sur le versant qui présente la pente la plus faible. Ils s'y étagent en trois terrasses qui correspondent aux périodes de creusement des vallées (vallées du Fion, de la Lisse et du Rû).

Lorsque par suite de la pente faible la vallée s'élargit, les graviers crayeux s'étendent en une nappe continue; toute trace de terrasses disparaît et les graviers crayeux s'en vont rejoindre les alluvions modernes.

Ces dernières occupent le fond de tous les thalwegs champenois; elles s'étalent souvent sur une seule rive qui bénéficie des apports d'un cours d'eau qui ronge sans trêve sur l'autre rive le pied de la falaise de craie. Elles sont généralement sableuses et argilo-calcaires, quelquefois aussi tourbeuses. Elles reposent dans ce cas sur les graviers crayeux. Dans la vallée de la Marne leur composition est un peu différente: à la partie inférieure on trouve tout d'abord des graviers calcaires et des graviers proprement dits et au-dessus des limons argilo-sableux mélangés à du calcaire.

Notons également que sur les plateaux la décalcification des terrains de craie a donné naissance à des limons rouges argilo-siliceux particulièrement abondants dans les régions où affleurent le turonien et le cénomanién. Les marnes mélangées à ces assises favorisent leur formation. La craie sénonienne peut également par l'intermédiaire des graviers crayeux subir une décalcification complète (des échantillons prélevés à Somme-Suippe ne contiennent que 5 % de calcaire) et se transformer en limons.

CHAPITRE II

ÉTUDE HYDROLOGIQUE DE LA RÉGION DE CHALONS

On se fait parfois des idées fausses sur le régime des eaux dans la région champenoise, ce pays apparaissant comme une contrée dépourvue d'eau. Grave erreur dont l'origine tient sans doute aux aléas que représentent les recherches aquifères dans les terrains calcaires et à la difficulté d'y trouver une eau qui soit à l'abri de toute contamination.

1^o Composition chimique des différents terrains existant dans la région de Châlons

Pour comprendre la minéralisation des eaux champenoises, quelques précisions sont nécessaires sur la composition chimique et sur la structure des sols et des roches que nous avons mentionnés dans le chapitre précédent.

Nous avons vu dans notre aperçu géologique l'homogénéité du banc de craie; nous avons noté en passant la présence d'éléments étrangers tels que marnes, argiles, graviers qui diminuent là où ils existent le pourcentage de la craie, C'est ce que nous montrent les tableaux suivants [25].

Alluvions des grandes vallées transversales.

Les limons des grandes vallées de l'Aube, de la Seine et de la Marne sont riches en azote, en acide phosphorique et en potasse. Ils renferment 40 à 50 % de calcaires et constituent des sols très fertiles qui ont reçu dans la Marne le nom de terres d'ajaux.

Terres d'ajaux de la vallée de la Marne

1.000 gr. de terre sèche renferment :	La Chaussée	Jâlons- les-Vignes	Jâlons- les-Vignes
Gravier	5	2	1,5
Matières insolubles dans NO^3H	428,5	309,25	332,10
Azote (Az)	2,27	1,66	2,48
Acide phosphorique (P^2O^5) .	1,58	1,83	1,95
Potasse (K^2O)	3,24	4,41	5,07
Chaux (CaO)	242,10	251,72	241,65

Alluvions modernes

L'élément dominant est représenté par le sable grossier ou fin; la proportion de calcaire est plus faible que dans les limons des grandes vallées transversales. Par leur teneur en minéraux utiles aux végétaux ces sols assurent aux vallées champenoises une fertilité remarquable.

1.000 grammes de terre sèche renferment	Vanault-le-Châtel Le pré la Coole	Vanault-le-Grand Les Relais (prés)
Cailloux	1	1
Gravier	6	9
Sable grossier :		
total	630,65	676,67
calcaire	420,39	419,41
siliceux	167,32	190,56
non calcaire, non siliceux	17,20	32,54
débris organiques	25,74	34,16
Sable fin :		
total	293,04	255,62
calcaire	215,17	197,37
siliceux	45,54	43,55
non calcaire	25,40	10,24
non siliceux	6,93	4,46
Argile	58,81	46,82
Humus	10,50	10,89
Azote (Az)	1,66	1,94
Acide phosphorique (P^2O^5)	2,65	3,35
Potasse (K^2O)	6,71	3,37
Chaux (CaO)	354,81	346,50

Sols de graviers crayeux

Ils ont une teneur élevée en calcaire mais la terre qui les enrobe est riche en acide phosphorique et en potasse. Voici quelques analyses de sols de graviers crayeux des environs de Châlons.

	Courtisols	Jâlons- les-Vignes	Jâlons- les-Vignes
Gravier	308	332	402
Insoluble dans NO^3H	271,50	188,85	175,55
Azote (Az)	0,93	1,52	2,12
Acide phosphorique	1,40	1,85	0,97
Potasse (K^2O)	1,42	1,61	1,52
Chaux (CaO)	241,92	268,02	229,52

Sols de craie blanche

Dans ce domaine de la craie, ce sont les seuls qui nous intéressent, car il n'existe pas dans la région de Châlons d'affleurements de craie cénomaniennne ou de craie marneuse turonienne.

Craie à Micraster cor anguinum

	La Chaussée		La Chaussée		La Chaussée	
1.000 grammes de terre sèche	côte	Huart	La Garenne	côte	de Marne	Souain
renferment :	—	—	—	—	—	—
Cailloux						16
Gravier						235
Sable grossier :						
total						169,80
calcaire						121,24
siliceux						40,72
non calcaire, non siliceux .						3,76
débris organiques						4,08
Sable fin :						
total						532,91
calcaire						395,09
siliceux						115,20
non calcaire, non siliceux .						9,21
débris organiques						13,41
Argile						43,32
Humus						3,97
Azote	1,67		1,73		1,69	1,55
Acide phosphorique	1,62		1,85		1,69	1,05
Potasse	2,44		3,96		1,53	0,57
Chaux	388,06		280,02		306,54	289,15

Ces sols accusent donc une proportion suffisante d'éléments nutritifs. Seul le taux de potasse est un peu faible; il leur manque aussi de la profondeur ainsi que l'humus et l'argile qui pourraient retenir l'eau.

La craie.

Elle est mélangée dans le sous-sol à des éléments étrangers, mais les transformations de la surface ne l'ont pas encore atteinte. Le calcaire domine ainsi qu'en témoignent les analyses suivantes; il est presque toujours accompagné de faibles quantités de silice et d'argile.

	Calcaire	Résidu insoluble
Craie marneuse à <i>Inoceramus</i>		
labiatus de Joigny.	90,61	44,7
Craie marneuse à <i>Inoceramus</i>		
labiatus de Bassuet.	81,11	2,95
Marnes à <i>Terebratulina</i>		
gracilis de Bassuet.	81,72	
Marnes à <i>Terebratulina</i>		
gracilis de Valmy.	55,44	
Craie de Somme Tourbe	92,28	
Craie de Gravelines	98,24	
Craie de Bassuet	86,64	

La craie, selon LAURENT, est une roche tendre, traçante, d'apparence le plus souvent homogène, stratifiée en bancs épais que séparent de minces lits plus argileux... Traitée par les acides elle laisse un résidu de nature et d'importance variables [25].

Ce résidu est constitué tantôt par un mélange d'argile et de glauconie (craie glauconieuse de l'étage dit cénomanien), tantôt en majorité par de l'argile (craie marneuse du turo-nien); enfin à l'étage sénonien la partie insoluble dans les acides est insignifiante. On trouve en outre dans la craie, tantôt isolées, tantôt intercalées en bancs plus ou moins épais dans ses fissures des concrétions de natures diverses. Le phosphate de chaux en nodules assez volumineux est fréquent (carrière des Mottets près d'Omey).

A l'époque secondaire se sont constitués les rognons de marcassite ou pyrite de fer que l'on rencontre dans les carrières de craie des environs de Châlons, tantôt intacts, tantôt transformés à la surface en hydroxyde de fer. Le sulfure cristallisé qu'ils contiennent s'est formé par réduction des sels de fer.

Les rognons de silex, eux relèvent d'une origine plus simple: les spicules d'éponges. La silice qui constituait ces organismes s'est concrétionnée donnant naissance à des si-

lex le plus souvent noirs à l'intérieur. Quelquefois aussi la silice n'a servi que de revêtement à des carapaces calcaires de fossiles.

Quelques échantillons de silex ont été découverts au cours du forage du premier puits de l'usine des eaux dans le turo-nien. De véritables silex existent dans la craie à *Micraster cor testudinarum* à Sompuis. A Maillly, Coole, Bergères-les-Vertus, Vert-la-Gravelle, Vinay, ce sont les silex lenticulaires qui dominant.

La carbonate de chaux ne se présente pas toujours sous la forme amorphe de craie. Il revêt parfois une texture cristalline et prend alors le nom de calcite. A Châlons même au cours du creusement d'une tranchée dans le lit de la Marne, des blocs de craie relevés par les ouvriers présentaient une cristallisation partielle.

L'examen microscopique permet en outre de déceler dans la craie d'autres éléments moins importants tels que: grains de quartz de 0 mm. 05 à 0 mm. 12 de diamètre moyen, accompagnés de zircon, tourmaline, phyllades, quartzites, débris d'organismes inférieurs (coquilles de Mollusques et de Brachiopodes), débris de Bryozoaires, de Spongiaires, de Foraminifères, d'Echinodermes. Ce dont il faut bien se pénétrer c'est que de longues périodes géologiques ont été nécessaires, de puissantes actions moléculaires ont dû se manifester pour faire acquérir à la boue calcarifère originelle l'individualité qui la caractérise actuellement.

2° Allure générale du réseau fluvial de la Champagne

Le réseau fluvial s'est formé en Champagne au début des temps quaternaires. L'homogénéité de la craie, sa faible dureté lui ont communiqué une régularité presque géométrique. Les rivières exclusivement champenoises ont presque toutes subi l'attraction du bassin parisien et adopté une direction

Sud-Est, Nord-Ouest; leurs affluents sont perpendiculaires à cette direction.

3° Régime des eaux souterraines dans la Champagne crayeuse

Nos connaissances dans ce domaine sont très limitées et se réduisent souvent à de simples hypothèses que des recherches scientifiques ou des sondages effectués dans un but utilitaire permettraient peut-être de vérifier. Nous ne voulons pour preuve de cette ignorance que les nombreuses théories qui tour à tour ont tenté d'expliquer l'hydrologie de notre région. Exposons-les, citons les faits qui plaident en faveur des différentes explications et étudions enfin les différents aspects du régime des eaux en Champagne.

Théorie de Daubrée. — Jusque vers la fin du 19^e siècle, on pensait que la craie, roche poreuse, laissait à l'air libre exsuder l'eau par de petits interstices ou vacuoles invisibles à l'œil nu. DAUBRÉE, ingénieur en chef des mines à Strasbourg, fut appelé en 1857, sur le conseil de l'Empereur, à donner son avis, au moment où l'autorité militaire entreprit d'alimenter en eau potable le Camp de Châlons. DAUBRÉE conseillait de capter les sources du Cheneu, mais son avis ne fut pas suivi et une solution plus coûteuse, qui consistait dans le forage de 300 puits, fut réalisée. DAUBRÉE croyait à l'existence, dans une partie de la craie, d'un vaste réservoir alimenté par les précipitations atmosphériques s'infiltrant dans le sol à travers les fissures et les pores de la craie. Les sources ou sommes qui prennent naissance dans les vallons joueraient le rôle de trop plein vis-à-vis de ce réservoir.

Théorie de Belgrand. — Un autre ingénieur, BELGRAND, persuadé que la craie renfermait des nappes d'eau inépuisables, avait projeté de capter les eaux de la Champagne poul-

leuse (celles de la Somme, de la Soude, du ruisseau du Mont) au profit de la Ville de Paris. Ses projets ayant été adoptés par le Conseil municipal de cette ville, il s'ensuivit un long conflit entre les communes baignées par ces eaux et la capitale. BELGRAND considérait la craie comme une roche essentiellement poreuse, sillonnée de fissures que les eaux météoriques empruntent pour gagner la couche imperméable représentée soit par la craie marneuse, soit par les argiles à Ostracées, soit par les argiles du Gault [2].

On pourrait comparer toute cette masse crayeuse, écrit-il, à une gigantesque éponge reposant sur un vaste plateau imperméable.

Cette éponge s'imbibe dans toute son épaisseur. Seule la partie superficielle exposée à l'action du soleil se dessèche. Suivant l'intensité des précipitations atmosphériques, la zone saturée d'eau s'éloigne ou se rapproche de la surface et ses variations retentissent sur le niveau de la nappe souterraine. Cette nappe, prétend BELGRAND, n'est pas horizontale; elle obéit au relief, suit les ondulations du terrain. Les eaux des plateaux sont attirées par les thalwegs, drains puissants et points bas de cette nappe qui se relève de chaque côté et présente un point culminant entre deux vallées parallèles. Issues à la faveur d'une cassure, les émergences de cette nappe souterraine, réparties ordinairement sur les flancs de la vallée, donnent directement naissance aux sommes.

Il paraît donc probable pour ne pas dire certain, disait BELGRAND dans son projet, que si l'on ouvrait dans la nappe d'eau une vallée ou simplement un tunnel au niveau des autres vallées humides ou en contrebas de ce niveau, on créerait un nouveau ruisseau en coupant ces innombrables filets d'eau.

A la faveur d'une trêve déclenchée par les protestations des communes riveraines des cours d'eau visés, DUGUÉ, ingénieur en chef du département de la Marne, fut chargé d'entreprendre des recherches sur le régime des eaux souter-

raines dans la craie [24]. Cette enquête lui permit de réfuter certaines idées de BELGRAND.

Que les eaux circulent dans le sous-sol de la Champagne par nappes ou par filets isolés, DUGUÉ l'admet. Il repousse par contre l'idée d'une nappe continue et inépuisable. Les oscillations du niveau de l'eau des puits du Camp de Châlons confirment l'idée de discontinuité et la différence de niveau entre la rivière « le Cheneu » et les puits voisins du camp réduit, selon DUGUÉ, l'importance de ce réservoir.

PRESTWICH, en 1871, MEURDRA, en 1877, signalent que la craie blanche est surtout perméable grâce à ses fissures. Sur les feuilles de Reims et de Châlons de la carte géologique, MM. NIVOIT et FUCHS avancent, le premier que « la craie ne contient pas de nappe aquifère proprement dite », le second que « la craie contient quelques niveaux irréguliers qui alimentent les puits » et qu' « il faut mentionner quelques sources dont l'apparition est due à des fissures recoupant la craie (Vertus) » [37].

En 1904, GOSSELET, moins catégorique, admet la circulation fissurale et la circulation par nappes suivant la structure de la craie qu'il considère d'ailleurs comme peu poreuse [15]. POCHET en 1905, prétend que « la craie présente des canaux et une perméabilité propre ». La circulation fissurale conduit PRESTWICH à penser que pour obtenir un bon rendement en eau dans la craie, il faut forer des puits profonds et entreprendre à leur partie inférieure des galeries de recherche en vue de recouper un grand nombre de fissures aquifères.

Théorie de Boisnier. — Pendant la guerre de 1914-18, un des gros soucis du commandement fut d'assurer le ravitaillement des troupes en eau potable. Le colonel BOISNIER, chef du Service des eaux de la 4^e Armée, fit forer de nombreux puits en Champagne, expériences qui lui permirent

d'émettre des idées particulières sur l'allure des eaux souterraines dans la craie. Pour lui, la craie n'est pas perméable par les diaclases qu'il n'a, du reste, jamais rencontrées au cours du forage de 500 puits. Elle contiendrait, en revanche, un réseau très serré de fissures capillaires plus ou moins fines qui lui communiqueraient un pouvoir filtrant moindre que celui des sables fins mais suffisant cependant pour épurer les eaux. Cette structure n'existerait que dans les assises supérieures; à mesure que l'on creuse, on rencontre une craie plus compacte et partant moins perméable qui, selon BOISNIER, supporterait la nappe aquifère. Si les eaux prélevées dans les puits creusés dans les villages sont mauvaises, cela tient à la non étanchéité des margelles et au voisinage des fosses d'aisances. Les puits isolés fourniraient une eau bien meilleure. Les forages qu'il a pratiqués conduisent BOISNIER à soutenir qu'en Champagne « l'on trouve de l'eau partout et même que l'on trouve souvent des débits relativement importants » [3]. Ce rendement indique que l'on n'a pas à faire à des poches d'eau mais à une nappe aquifère continue, très abondante qui s'étend sous les plateaux comme sous les vallées, et dont le relief serait « une sorte de réduction dans le sens vertical du relief du sol » [3]. Le colonel BOISNIER avait également remarqué que les puits creusés sur le plateau champenois et à l'origine des thalwegs accusaient un débit inférieur à celui des forages établis dans les vallées, même lorsque leur partie inférieure atteignait une cote bien inférieure à celle du fond de ces vallées. Cette anomalie il l'explique par la différence de perméabilité de la craie. Tendre, friable, plus perméable dans les vallées, elle serait dure, compacte sur les plateaux. Une dénivellation légère produira un puissant appel d'eau dans la craie perméable et ceci expliquerait qu'après pompage l'eau mette plus de temps à retrouver son niveau normal dans les puits creusés sur les plateaux que

dans ceux des vallées et que les dénivellations saisonnières soient plus fortes dans les premiers.

Théorie de M. Martel. — La théorie la plus récente sur l'hydrogéologie de la Champagne est celle de l'éminent géologue M. MARTEL: on pourrait la nommer théorie de la fissuration. Résultat de nombreuses recherches et explorations effectuées dans les roches calcaires en général, cette théorie fut ensuite appliquée par M. MARTEL à la craie. D'après lui tous les calcaires sont fissurés et c'est par les diaclases que les eaux météoriques pénètrent dans le sol jusqu'à la rencontre d'une couche imperméable. Point de nappes véritables ni de grand réservoir souterrain dans ces assises géologiques. Leur régime aquifère présente l'allure d'un réseau ou plutôt d'une série de réseaux parsemés d'obstacles et communiquant entre eux par des anastomoses. Lorsque parfois différents réseaux ne communiquent pas entre eux, il en résulte des dénivellations importantes dans les forages voisins intéressant ces réseaux.

Il est définitivement établi, déclare MARTEL, que le dernier terme de la circulation souterraine en terrains grandement fissurés (calcaires et craies) est celui de la réapparition des eaux sous forme de puissantes et capricieuses résurgences. [31].

Il pense qu'il existe dans la craie blanche des rivières souterraines analogues à celles qu'il a découvertes dans les roches calcaires du midi de la France. L'exploration de la rivière souterraine de Trépail, alimentée par une série de gouffres situés sur le plateau de Verzy, le gouffre de Germaine et les résurgences de la Berle, qui a établi son cours dans une série de diaclases, confirment ces hypothèses [29]. M. MARTEL prétend qu'il serait facile de trouver d'autres preuves à l'appui. Cette répartition des eaux souterraines expliquerait les échecs auxquels sont vouées les captations d'eaux dans ces terrains. Le succès des forages dépend du recouplement des fissures aquifères plus ou moins importantes. Les fissures aquifères sont si nombreuses que la plupart du temps

on obtient de l'eau mais le débit est très aléatoire et très variable pour des puits souvent voisins. Les différences de niveau dans les puits proviennent de ce fait que la fissuration réalise une extension des eaux souterraines plus importante en hauteur qu'en longueur.

Calcaires et craies contiennent de nombreuses surfaces aquifères déterminées par les zones imperméables (marneuses ou argileuses) superposées des couches géologiques. C'est ce qui explique que des puits souvent voisins rencontrent l'eau à des niveaux différents. D'autre part, l'eau s'élève à une hauteur qui dépend à la fois de l'altitude, du point d'absorption et des obstacles rencontrés par les courants dans leur parcours souterrain.

Conséquence pratique: les calcaires, la craie constituent non un filtre mais un crible « un défectueux percolateur qui laisse passer tout le marc des vallées fermées et des plateaux d'amont ». Leur perméabilité indirecte, irrégulière (puisque l'eau traverse seulement les fissures qui divisent la masse compacte du calcaire) s'oppose à la perméabilité directe, régulière des terrains détritiques où l'eau pénètre partout, imprégnant tous les éléments. Dès 1902-03, FOURNIER déclarait « que le pouvoir d'épuration des calcaires est nul, quelle que soit l'épaisseur des couches traversées ». Ils acquièrent parfois un semblant de pouvoir filtrant par suite de l'auto-colmatage des fissures.

Pour toutes ces raisons, M. MARTEL conseille, en l'absence d'autres eaux moins exposées à des causes de contaminations, de n'utiliser les eaux de la craie qu'après avoir étudié d'une façon approfondie leur origine topographique et géologique.

Toutes ces théories, quelles qu'elles soient, basées sur des faits expérimentaux, nous fournissent des renseignements très précis sur les eaux souterraines de la craie, mais elles sont trop exclusives; leurs auteurs ont eu le grave tort de généraliser, d'appliquer à tous les cas les principes qu'ils avaient

pu dégager de recherches partielles, de sondages isolés. Ils n'ont pas assez tenu compte des différents faciès que présentent les calcaires suivant les régions, suivant les contrées, aussi bien en profondeur qu'en surface. Pas plus que la porosité, la fissuration ne permet à elle seule d'expliquer toutes les anomalies des terrains calcaires. Par contre, chacune de ces théories peut nous fournir des données utiles sur le comportement des eaux souterraines dans la Champagne. Afin de donner plus de clarté à notre exposé, nous envisagerons séparément le régime des eaux dans les terrains secondaires (craie) et dans les alluvions quaternaires (graviers crayeux, graviers et sables), qui remplissent les thalwegs de nos rivières.

BELGRAND, nous semble-t-il, était en partie dans le vrai lorsqu'il prétendait que la craie ressemblait à une éponge. Les innombrables canalicules invisibles qu'elle renferme lui permettent de jouer ce rôle. Mais à côté de ces pores microscopiques, des actions physiques et chimiques ont donné naissance à des crevasses, à des failles plus importantes auxquelles s'appliquent les théories de M. MARTEL. La craie ne présente également pas partout la même structure. Tendre, moins dense à la surface du sol et dans les thalwegs elle s'étaie parfois en lits compacts, très durs. Point n'est besoin dans ce cas d'invoquer la porosité ou la fissuration. Ces bancs de craie compacte sont imperméables et la circulation souterraine en est modifiée. Les eaux météoriques pénétrant par les fissures des couches superficielles, se réunissent au-dessus des couches imperméables et forment des nappes partielles pouvant alimenter les puits d'un village entier. C'est pourquoi il est indispensable, au cours d'un forage dans la craie, de suivre attentivement les terrains rencontrés: on peut ainsi éviter de crever ces assises imperméables et de voir les eaux qu'elles supportaient s'engouffrer dans les fissures sous-jacentes.

Il n'est pas rare de trouver dans notre région des bancs de calcaire compact, superposés et séparés par de la craie plus tendre. On peut même citer le cas de Bassuet, petit village bâti sur la craie turonienne où deux zones imperméables de calcaire compact emprisonnaient entre elles sous pression une poche d'eau. La traversée du premier banc par le forage du puits communal détermina une montée rapide de l'eau que l'on vit « jaillir avec force » et « s'élever à plus de deux mètres à l'intérieur du puits » [25]. Citons encore à l'appui de cette thèse, les éléments étrangers à la craie, marnes ou argiles, qui mélangés à elle constituent des couches imperméables qui interrompent la circulation de l'eau dans les fissures. L'eau remplit les fissures, certes, mais doit aussi imbiber les couches de craie plus tendre qui surmontent ces bancs imperméables. Il s'ensuit la formation à différentes profondeurs de « surfaces aquifères ». C'est en partant de cette idée que M. IMBEAUX a dirigé les différents forages effectués pour le compte de la ville de Châlons. Le terme de surfaces aquifères est préférable pour désigner ces concentrations d'eau en un même endroit. Nous sommes, en effet, d'accord avec M. MARTEL pour leur refuser la dénomination de nappes. Il n'existe pas de nappe d'eau souterraine dans la craie, à condition toutefois que l'on entende par nappe :

la masse d'eau continue remplissant tous les interstices des roches détritiques qui la contiennent, qu'elle imbibe et dans laquelle tout puits ou forage est sûr de rencontrer l'eau [31].

Qu'il n'existe pas de véritables nappes, ni de grand réservoir souterrain comme dans les alluvions, nous l'admettons. Mais nous ne partageons pas l'avis de ceux qui pensent que la circulation s'y fait uniquement au moyen de véritables rivières ou de courants souterrains.

La circulation fissurale peut expliquer les dénivellations importantes subies par le niveau de l'eau dans les puits creusés dans la craie. La circulation dans les réseaux anastomosés

de la craie est lente et les eaux de pluie tombées en automne n'influencent que plusieurs semaines après leur chute le niveau des eaux souterraines. C'est en décembre que les eaux sont les plus basses; elles atteignent leur cote maxima en mars ou avril. Quand par hasard les précipitations atmosphériques automnales et hivernales sont faibles, il arrive bien souvent que les puits tarissent ou voient leur niveau s'abaisser considérablement pendant l'été suivant. Le phénomène inverse se produit quand les précipitations atmosphériques ont été abondantes. L'amplitude des oscillations va en augmentant à mesure qu'on s'éloigne des vallées pour gagner les plateaux. Voici quelques exemples: 10 mètres de dénivellation d'une saison à l'autre dans les puits de Fresnes, près de Reims (profondeur: 30 à 60 mètres); à Bouzy 7 à 8 mètres seulement. Un puits situé à 15 mètres au-dessus du niveau de la Vesle accuse une amplitude d'oscillations de 5 mètres. Pour un autre puits qui domine la rivière de 55 mètres: l'amplitude d'oscillations pendant la même période se chiffre par 21 mètres. Ce mouvement ascensionnel de l'eau dans les puits est une preuve de l'existence d'un réseau de cassures surtout verticales et détruit toute hypothèse d'extension latérale en tous sens, caractéristique des nappes d'interstices.

Le régime des cours d'eau en Champagne relève des mêmes causes. M. MARTEL a démontré avec certitude que les « sommes » ne sont pas de vraies sources. On désigne ordinairement par sources de petites émergences des terrains détritiques caractérisées par une température constante, un débit moyen mais régulier et dont la bonne qualité est assurée par une filtration naturelle. Nos rivières champenoises ont pour origine des « résurgences ». Ce terme désigne de « grosses émergences qui, dans les terrains fissurés et particulièrement dans les calcaires et les craies, ne sont la plupart du temps que des réapparitions d'eaux engouffrées dans des zones de terrains supérieurs » [31]. Dans l'Yonne, ces émer-

gences ont reçu le nom de fosses; dans la Haute-Marne celui de bîmes, dans la Côte-d'Or celui de doux.

En Champagne, les « sommes », dernier terme de la circulation souterraine dans la craie, représentent tantôt l'exutoire de quelques fissures, tantôt la sortie de véritables rivières souterraines. Elles émergent à la faveur d'une faille, d'une cassure dans le profil des thalwegs. L'irrégularité dans le débit les caractérise. La plupart de nos rivières champenoises ne sont pas alimentées par une émergence unique mais par une série d'émergences groupées à l'origine ou disposées sur les flancs d'un vallon. Lorsque les précipitations atmosphériques sont abondantes, toutes les résurgences fournissent leur tribut. Mais pendant les années sèches ou même pendant l'été, les oscillations de l'eau souterraine influent sur leur débit. Celles qui sont situées dans les parties hautes de la vallée tarissent ou ne laissent sourdre que de minces filets d'eau. Les plus basses que nous retrouvons parfois à une assez grande distance en aval des premières, seules perennes coulent généralement en toute saison. Quand l'année est très humide on conçoit facilement que les ruisseaux champenois puissent se transformer en torrents.

Un exemple typique nous est fourni par le Mau. Ce ruisseau avait autrefois son origine au bois du Bauchet, non loin du village de l'Épine. Les résurgences qui l'alimentent actuellement sont situées à 2 klm. en aval des anciennes et sont représentées par de minces filets d'eau qui s'échappent sur une centaine de mètres des deux rives. En période sèche, les oscillations des surfaces aquifères amènent l'abaissement des lignes d'intersection au-dessous du thalweg et l'on assiste à la disparition des résurgences situées en amont et à l'apparition en aval d'autres résurgences.

Les eaux de sources sont ordinairement fraîches et se distinguent par ce caractère des eaux de résurgences dont les variations de température incitent à la prudence lorsqu'on

envisage la question de leur pureté. Les résurgences sont exposées de par leur constitution à de nombreuses causes de contaminations. Leurs eaux ne subissent pas à proprement parler de filtration. Elles s'engouffrent dans les abîmes, les pertes des puits d'absorption ou les fissures du calcaire et réapparaissent sans s'être améliorées durant leur parcours souterrain, après avoir entraîné tous les détritits qui pouvaient se trouver sur le sol. Les variations dans la minéralisation, dans la teneur en bactéries prouvent l'absence ou l'insuffisance de la filtration. Nous disons insuffisance à cause des exceptions possibles: il arrive en effet que les fissures se colmatent, se remplissent de matériaux divers (graviers crayeux, limons) provenant de l'érosion, qui constituent une couche filtrante grossière.

Le temps est passé où BELGRAND estimait que les eaux de la Champagne pouilleuse et particulièrement de ses sommes étaient après celles du granit les plus pures du bassin de Paris. Ces eaux ne sont pas non plus constamment polluées; elles peuvent même être de bonne qualité mais à la suite de pluies abondantes elles se troublent facilement, deviennent boueuses et peuvent véhiculer des bactéries pathogènes. On doit donc les considérer comme suspectes et les surveiller attentivement surtout en période de crues. Les conclusions pratiques qui découlent de cette étude c'est qu'il est nécessaire, au cours de toute entreprise de forage dans la craie, de relever soigneusement les terrains rencontrés, de vérifier le débit obtenu à différentes profondeurs afin d'arrêter les travaux en temps utile, de défendre la zone de captage par un vaste périmètre de protection et de surveiller la qualité des eaux au moyen d'analyses chimiques et bactériologiques répétées.

Quelques considérations sur l'allure des eaux dans les graviers crayeux réaliseront une transition naturelle entre les deux régimes hydrographiques opposés de la craie et des al-

lutions. Les graviers crayeux occupent, comme nous l'avons vu précédemment, le fond et l'un des versants de nombreuses vallées champenoises. Formés de fragments roulés de craie blanche, mélangés fréquemment à des éléments sableux ou argileux, ils n'opposent néanmoins qu'une médiocre résistance au passage des eaux d'infiltration. Ces dernières, après les avoir traversés, s'arrêtent à la surface de la craie compacte. Dans les vallées champenoises il existe dans l'épaisseur du versant le moins incliné des courants perpendiculaires à l'axe du cours d'eau, qui se réunissent dans les graviers crayeux du thalweg. Il se forme ainsi « une nappe continue s'écoulant lentement de l'amont vers l'aval parallèlement au cours d'eau superficiel » [31]. L'importance de ce réservoir est conditionnée par l'étendue des graviers crayeux: les vallées de la Suippe, de la Vesle, de la Somme-Soude, du Petit-Morin sont particulièrement riches en nappes provenant de graviers crayeux. Leur volume est parfois tel, qu'elles se rapprochent de la surface du sol et constituent dans les terrains plats de grandes étendues marécageuses. Les marais de la Vesle, de St-Gond n'ont pas d'autre origine. Les eaux de graviers crayeux s'apparentent aux eaux de la craie ou des résurgences sous le rapport de la qualité: elles sont comme ces dernières aisément contaminables, particulièrement au moment où les chutes répétées de pluies accélèrent la pénétration de l'eau dans le sol.

Les alluvions modernes que nous rencontrons principalement dans les grandes vallées transversales de la Champagne, où elles témoignent de l'extension des cours d'eau dans des temps plus anciens, sont constituées la plupart du temps par des matériaux arénacés ou caillouteux, par des grèves surmontées par des limons argilo-sableux. De puissance variable, ces couches atteignent parfois plusieurs mètres d'épaisseur. Les éléments qui les composent sont meubles; leur état de division est tel qu'ils laissent entre eux d'innombra-

bles interstices qui permettent à l'eau d'envelopper, d'imbi-ber en quelque sorte, tous les fragments et assurent une fil-tration lente mais régulière et sûre. L'homogénéité des ter-rains détritiques a pour conséquence l'uniformité de la ré-partition de l'eau dans ces terrains. Nous pouvons donner à juste titre le nom de nappes à ces réservoirs. Ces nappes pré-sentent une extension très marquée en largeur: les variations saisonnières sont par suite moins accusées que dans les ter-rains fissurés. Les émergences des terrains détritiques présen-tent le gros avantage de jouir d'un débit plus régulier que celui des résurgences du calcaire.

Les nappes des alluvions sont ordinairement assez voisi-nes de la surface du sol et le terme de phréatiques (nappes des puits) s'applique bien à elles. La surface supérieure de ces nappes n'est pas toujours horizontale; elle suit en général le relief du sol, obéissant aux forces capillaires et subissant l'action de lointaines émergences. L'étendue de ces nappes d'alluvions avait conduit certains auteurs à admettre l'exis-tence dans toutes les roches, à partir d'une certaine profon-deur, d'un niveau hydrostatique universel. Actuellement on admet qu'il existe dans les alluvions de nombreux niveaux aquifères déterminés par la composition des différentes as-sises, par leur orientation, par la situation des émergences et par leur mode d'alimentation. C'est l'infiltration directe des eaux de pluie et le ruissellement provenant des hauteurs voi-sines qui fournissent l'appoint principal. Mais il ne faut pas oublier que l'eau des nappes du diluvium quaternaire (de même que celle des graviers crayeux) reconnaît souvent une autre origine. D'éminents géologues ont montré que de nombreuses rivières étaient en quelque sorte doublées par un écoulement souterrain latéral ou inférieur d'importance va-riable qui a reçu le nom d'underflow. Ce sous-écoulement n'existe pas dans toutes les vallées: il est conditionné par la géologie des thalwegs. Il est particulièrement fréquent dans

les alluvions quaternaires des grandes vallées transversales de la Champagne.

En France, dit M. MARTEL, on peut s'attendre à trouver un underflow précieusement utilisable, par exemple dans la moyenne vallée de l'Oise, la Marne et ses affluents (Vesle, Suippe, Aisne), la Loire et le bas Allier (le projet d'adduction d'eau des Vals de Loire paraît excellemment basé sur cette ressource), la Saône et le Doubs inférieur, certaines parties des vals du Rhône, de la Garonne, de la Dordogne, bref à proximité de tous les cours d'eau bordés de dépôts alluvionnaires aquifères [31].

De nombreux faits inclinent à penser que l'underflow existe également dans les thalwegs proprement champenois: le succès des forages faits dans le voisinage des cours d'eau en est une preuve. L'importance de ces courants souterrains, leur extension latérale représentent autant de variables conditionnées par les terrains. Il arrive parfois que l'underflow est interrompu par la présence d'éléments étrangers tels que paquets d'argile, lentilles imperméables, etc...

Quels rapports existent entre la rivière et le sous-écoulement souterrain? En été, l'underflow est alimenté par les eaux qui descendent des hauteurs voisines ou qui remontent par pression hydraulique des fissures des assises sous-jacentes. Son niveau est alors supérieur à celui de la rivière à laquelle il fournit un apport d'eau assez considérable. En hiver, c'est l'inverse qui se produit par suite des crues: un courant s'établit de la rivière vers le sous-écoulement. Nous comprenons maintenant les avantages que présentent les forages effectués dans les alluvions quaternaires des vallées. Les insuccès ne peuvent venir que de la rencontre de lentilles d'argile ou de bancs compacts de roches imperméables.

Le point de vue hygiénique n'est pas moins sauvegardé que les considérations économiques. L'eau fournie par les nappes d'alluvions s'est toujours montrée d'excellente qualité; les analyses n'y enregistrent que des variations faibles dans la température, la minéralisation ou la teneur en bac-

téries. Les sables et les grèves réalisent une filtration lente et régulière qui débarrasse l'eau de toutes ses impuretés organiques et de la plupart de ses microbes. Si l'on a soin de creuser les puits à une certaine distance du cours d'eau et d'établir un périmètre de protection suffisant autour d'eux, l'underflow peut assurer l'alimentation régulière en eau potable de nombreuses grandes villes.

L'existence de ce sous-écoulement a une grosse importance pour la fertilité, la flore et par suite la répartition de la population. Toutes les vallées de la Champagne se distinguent du pays environnant par leur fertilité; on y trouve une végétation abondante contrastant avec l'aridité des plateaux couverts de savarts ou de bois de pins rabougris. Ce dessèchement des parties les plus élevées ne fera que s'accroître à mesure que le creusement des vallées augmentera leur puissance de drainage.

DEUXIÈME PARTIE

La ville de Châlons
et le problème de son alimentation
en eau potable

CHAPITRE PREMIER

SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET TOPOGRAPHIE DE LA VILLE

Le département de la Marne, qui doit son nom à l'une des rivières qui le traverse, a été constitué en 1790 par la réunion de diverses contrées appartenant à l'ancien gouvernement de la Champagne, telles que la Champagne pouilleuse (autour de Châlons), le Rémois autour de Reims, le Perthois et le Vallage à l'Est du département, et la Brie à l'Ouest. Ce département est un des plus vastes de France (817.955 hectares). Sa plus grande longueur est de 118,500 kilomètres, de la frontière des Ardennes, près de Binarville, à celle de l'Aube (près de Lurey). Sa plus grande largeur, sous le parallèle de Fère-Champenoise, est d'environ 112 kilomètres. Six départements le limitent: ce sont au Nord, le département des Ardennes; à l'Ouest, les départements de Seine-et-Marne et de l'Aisne; au Sud, les départements de l'Aube et de la Haute-Marne; enfin, à l'Est, le département de la Meuse.

Châlons-sur-Marne en est le chef-lieu et représente approximativement le point central du département. CASSINI lui assigne une longitude de $2^{\circ} 2' 12''$ et une latitude de $48^{\circ} 57' 12''$. Cette ville est située à 173 kilomètres à l'Est de Paris, à 31 kilomètres Ouest Nord-Ouest d'Epernay, à 43

kilomètres Nord-Ouest de Reims. Son altitude est de 81 mètres au-dessus du niveau de la mer. La ville s'est établie progressivement sur la rive droite puis sur la rive gauche de la Marne. La vaste plaine qui constitue la vallée de la Marne à cet endroit est dominée au Sud-Ouest par le mont St-Michel, colline crayeuse d'une soixantaine de mètres de hauteur et au Nord-Est par quelques élévations de terrains qui forment le lieu dit: le Mont Héry. Il semble bien que dans des temps très reculés (400 ans environ avant notre ère), l'emplacement actuel de la ville était occupé par un vaste marais. Au cours des fouilles on a trouvé à Châlons même et dans les faubourgs, sur 3 mètres environ d'épaisseur, de la terre tourbeuse, témoignage de l'existence de nappes d'eau stagnante. Les peuplades qui vivaient à cette époque dans notre région s'étaient établies sur les hauteurs qui entouraient ce marécage, ainsi que le prouvent les armes en fer, les poteries, les bijoux en or, en argent et en bronze que l'on y retrouve.

Au cours des siècles, le sol de Châlons a été progressivement exhaussé par la main des hommes; à l'époque gallo-romaine, le niveau moyen du sol se trouvait à 2 m. 80 au-dessous du niveau actuel. Certaines parties plus basses de la ville ont été encore plus surélevées. La topographie sera plus facile à comprendre lorsque nous aurons ajouté que dès une époque très reculée l'emplacement de la ville a été traversé par trois cours d'eau qui subsistent de nos jours: la Marne, le Nau et le Mau. La largeur du Mau et du Nau a considérablement diminué au moment de l'assèchement du marais de Châlons. Ces deux cours d'eau établirent leurs lits dans les dépressions du terrain. Les Romains régularisèrent leur cours par des travaux de canalisation. Le sol n'était pas uniformément plat à cette époque: auprès de St-Alpin, s'élevait un monticule d'une douzaine de mètres de hauteur qui dominait d'assez profondes dépressions. A la fin de l'épo-

que gallo-romaine, le terrain compris entre la rue d'Orfeuil, la place de l'Hôtel-de-Ville, le côté gauche de la rue de la Marne jusqu'au Nau et la rue de l'Abbé-Lambert constituaient un îlot appelé la « Grande Ile ». Deux plans inclinés partaient de la rue des Lombards actuelle pour rejoindre le Nau, l'un rue Lochet et l'autre rue Chanteraine (où existait un port d'embarquement). Le Mau et le Nau coulaient donc autrefois dans les thalwegs assez profonds. Pour la construction du marché couvert, il fallut descendre à 7 ou 8 mètres de profondeur pour établir les fondations dans la craie compacte. On rencontra successivement des dépôts alluvionnaires, puis une couche de terre, de pierres et de débris. La couche gallo-romaine était située à 3 mètres de profondeur [26].

M. E. MOIGNON a signalé, au moment de la démolition d'une maison sise rue des Lombards, n° 2, l'existence dans la cave, d'une crypte dont les pilastres et les piliers

reposaient directement sur le sol primitif qui se composait d'une épaisse couche de terrain d'alluvions de même nature que le sable de la Marne [36].

Ceci prouve d'une façon péremptoire l'extension des cours d'eau actuels. Pourquoi les tribus gauloises se fixèrent-elles sur ces terrains marécageux ? La perspective de moyens naturels de défense représentés par les cours de la Marne, du Mau et du Nau, le passage à cet endroit de la grande voie des Gaules à la Germanie furent les principales causes déterminantes. Au début, il n'y eut sans doute que des cités lacustres, puis les Romains entreprirent d'importants travaux pour exhausser le sol et construisirent de riches habitations : des vestiges de colonnes et de chapiteaux furent mis à jour au moment du creusement du canal latéral à la Marne.

Dans les siècles qui suivirent, les travaux de fortifications entrepris pour la défense de la ville, contribuèrent beaucoup à l'exhaussement des quartiers extérieurs. A la fin du XVIII^e

siècle, le niveau des principales rues, rue de Marne, rue de Vaux, pont de Nau, fut élevé de 2 mètres; en 1800, on empierre la place du Marché (place de la République) qui formait jusqu'alors un marécage. Primitivement resserrée entre la Marne et le Nau, et fermée par 4 portes au-delà desquelles s'étendaient les faubourgs, la ville dût petit à petit étendre sa ceinture de fortifications. Par suite de toutes ces transformations, la ville actuelle est construite sur un sol presque totalement artificiel. Voici cependant les différentes assises que l'on peut rencontrer dans le sous-sol châlonnais. A la surface, on trouve des matériaux de remblaiement d'origine récente, puis plus ancienne, puis la couche gallo-romaine composée de pierres et de débris de toutes sortes. Viennent ensuite des alluvions surtout au voisinage des cours d'eau et d'épaisses couches de terre tourbeuse. Ces deux dernières assises reposent sur la craie senonienne.

Les cours d'eau qui traversent la Ville

La Marne. — Rivière longue de près de 500 kilomètres, elle prend sa source à la Marnotte, près de Langres, et se jette dans la Seine un peu au-dessous de Charenton. Dans le département de la Marne, où son cours s'étend sur une longueur de 169 kilomètres, elle se présente sous forme d'une rivière très calme. Entre Vitry-le-François et Epernay, elle décrit de nombreux méandres dans une vallée large de 2 à 3 kilomètres. Au cours de ses divagations dans la plaine champenoise, elle ne cesse de ronger la rive concave et d'accuser par des apports continus la convexité de la rive opposée. De ce fait, les deux rives de la Marne revêtent un aspect différent. Tandis que l'une des rives est dominée par un talus, abrupt, falaise crayeuse qui s'étend presque jusqu'à la rivière, l'autre rive se présente sous la forme d'une vaste plaine qui se relève progressivement jusqu'au niveau des hauteurs voisines. Au voisinage de Châlons, c'est la rive

gauche de la Marne qui est ainsi surplombée par une ligne continue de collines crayeuses plantées de pins rabougris, tandis que les cultures s'étalent sur la rive droite.

Au point de vue géologique, la vallée de la Marne est recouverte de limons argilo-sableux très fertiles: on rencontre ensuite une couche de terre mélangée de sable, une couche d'alluvions plus ou moins épaisse. On passe ensuite à la craie compacte par l'intermédiaire de graviers crayeux, de craie mélangée de terre et d'assises de craie fissurée. L'allure des talus crayeux est un peu différente: le mont St-Michel, par exemple, est à peine recouvert d'une mince couche de terre végétative sous laquelle on trouve la craie mélangée de terre, puis la craie compacte.

La Marne traverse actuellement la ville de Châlons dans sa partie occidentale, à une assez grande distance du centre, mais il n'en a pas toujours été ainsi. L'histoire nous fournira d'utiles renseignements sur son ancien cours. La Marne se divisait autrefois en deux bras: l'un d'eux, le moins important

allait entourer le faubourg Sainte-Pudentienne et formait avant un second cours d'eau dit canal des Mathurins qui séparait les deux faubourgs (1).

Ces deux dérivations se rejoignaient ensuite avant de se réunir à l'autre bras de la Marne qui côtoyait le Jard et coulait devant la Porte Marne. Ainsi reconstituée, la Marne passait au Sud du quartier de l'Ecole des Arts et Métiers, recevait ensuite un affluent formé par les deux rivières du Mau et du Nau et, changeant de direction, empruntait le canal dit de Saint-Martin « qui était autrefois le lit même de la Marne » [17]. Le bras principal de la Marne coulait donc dans les fossés qui longeaient le mur d'enceinte de la ville. Il existait également un autre canal creusé de main d'homme

(1) GRIGNON: Topographie historique de la ville de Châlons, 1889.

qui, partant de Compertrix, conduisait une partie des eaux de la Marne en avant de l'arche Mauvillain. Cette Nau ou Noue, recevait comme affluent la Blaise et le Mau. En septembre 1503, pour éviter l'envasement de la Marne dans sa traversée de la ville, le canal Louis XII, qui reliait la Marne au Nau, fut creusé. C'est peut-être à cette époque que le bras secondaire de la Marne, qui baignait le quartier Ste-Pudentienne, fut en partie comblé. Dès 1777, les projets de l'ingénieur COLLUEL reçurent un commencement de réalisation. Ils ne visaient rien d'autre que la suppression des bras de la Marne. Les travaux, qui durèrent de nombreuses années, commencèrent par le creusement d'une large tranchée qui s'étendait du point de séparation des deux bras de la Marne jusqu'à la hauteur du village de Saint-Martin. Les deux bras de la Marne furent en partie comblés ; les ponts qui les franchissaient démolis, un nouveau pont, le grand pont de Marne construit. Au XIX^e siècle, le lit qui occupait l'ancien bras de la Marne fut recreusé pour servir de canal latéral à la Marne et une écluse installée près de la porte Marne. Une dérivation de la rivière fut aménagée sur sa rive droite: elle conduisait à une écluse qui permit aux bateaux de passer dans le bief inférieur. Enfin, en 1864-65, un barrage neuf en pierre fut construit à 150 mètres en aval de l'ancien Pertuis. La réalisation de ces travaux, l'exhaussement progressif du sol, contribuèrent à assainir la ville. Il y a moins de deux siècles, Châlons était à la merci des crues de la Marne, qui déversait ses eaux dans les canaux et inondait tous les bas quartiers. Le carrefour formé par l'intersection des rues Saint-Jacques, des Trésoriers, du Collège et de Vaux, était fréquemment envahi par les eaux. La Marne se répandait également dans le Jard, planté à l'époque de saules et de peupliers.

Il est certain qu'actuellement Châlons est mieux protégé contre les crues de la Marne et n'est plus exposé à revivre les

tragiques moments du 10 pluviôse de l'an XI, pendant lesquels une terrible inondation surprit les habitants la nuit et faillit emporter les moulins de la Porte Marne. Les habitants des quartiers riverains voient encore maintenant, en temps de crue l'eau apparaître dans leurs caves. Les débordements de la Marne ont cependant leur utilité. Les eaux, en se répandant dans les prairies et dans les champs avoisinant la rivière les fertilisent par l'apport de limons argilo-sableux, créant ainsi la variété de sol des terres d'ajaux.

Le Mau et le Nau.

Ces deux cours d'eau ont été considérés à tort par de nombreux auteurs comme des bras de la Marne. Le Mau « aussi vieux que le monde [34], prétend un érudit châlonnais, est à l'origine un petit ruisseau dont la source est située à 3 kilomètres de Châlons entre le bois du Bauchet et le domaine de Fontenay. Après avoir arrosé la commune de Saint-Memmie, il pénètre sur le territoire de Châlons, coule parallèlement aux allées Saint-Jean, change de direction et reçoit l'apport d'un autre ruisseau, la Moivre dérivée. Il se jette ensuite près du pont Mauvillain dans un bras de la Marne qui n'est autre que le canal Louis XII et qui alimente également le Nau. Toutes ces eaux réunies sous forme d'un canal pénètrent alors en ville, longent les jardins de la préfecture, disparaissent sous le marché, surgissent de nouveau près de l'église Notre-Dame et vont enfin se réunir au canal de Nau à peu de distance du pont des Mariniers.

Le canal de Nau est, comme celui du Mau, la continuation d'un ruisseau dont il a conservé le nom. Ce ruisseau avait sa source dans la vallée de la Marne, à 2 kilomètres en amont de Châlons, entre cette ville et le village de Sarry. Une large pièce d'eau, appelée la Fosse-aux-Brebis, en marquait l'emplacement qu'occupe maintenant le canal latéral à

la Marne. Une petite rivière, la Blaise, formée par la réunion des sources de Chepy, Moncetz et Saint-Thibaux, venait grossir en se jetant dans la Fosse-aux-Brebis les sources du Nau. Au voisinage du pré du Vidamé (placé au Sud-Ouest du Jard), le Nau obliquait vers la tour Saint-Georges, placée à l'entrée du cours d'Ormesson. Il pénétrait ensuite dans la ville par le pont du Château du Marché, la traversait et venait se jeter dans le Mau. A l'heure actuelle, les sources du Nau n'existent plus et le canal de Nau charrie en majeure partie les eaux de la Marne que lui amène le canal de dérivation (canal Louis XII). Les eaux, après avoir traversé le petit Jard, pénètrent sous la Caisse d'Epargne, s'écoulent sous la rue Locket, qui résulte de la couverture en 1861 d'une partie du canal, passent sous la rue de la Marne et terminent leur cours à l'air libre. Le Mau et le Nau réunis se jettent ensuite dans une dérivation du canal latéral appelée la Prise d'eau, qui sert en partie à alimenter les turbines de l'usine électrique de Condé-sur-Marne. A une époque très reculée, le Nau et le Mau constituaient des cours d'eau importants: l'abaissement du niveau des eaux les obligea à creuser leurs lits dans les dépressions du terrain; les travaux de canalisation réalisés par les Romains durent abaisser encore le niveau du Mau qui devait se trouver à ce moment à 3 m. 50 en contrebas du sol actuel. En 1865, lorsque le Mau fut curé, les ouvriers découvrirent un sol sableux et jaunâtre qui représentait sans doute le thalweg du cours d'eau primitif.

Comme toutes les rivières champenoises, le Mau est caractérisé par un régime très irrégulier que nous avons cité précédemment comme exemple.

Marne, Mau et Nau ont fait autrefois la richesse commerciale de notre ville: sur leur parcours s'échelonnaient de nombreux moulins: moulins de la Porte Marne sur le bras principal de la Marne; les Sept moulins installés dans le

prolongement de la rue St-Dominique sur le Nau. Le pont St-Antoine portait aussi quelques meules. Les bateaux pénétraient jusqu'au cœur de notre cité pour décharger leurs marchandises et prendre livraison de toutes les denrées qu'une industrie florissante lançait sur le marché. Le commerce des blés, des bois, des vins était particulièrement prospère. L'existence de plusieurs ports de débarquement en fait foi: nous ne citerons que pour mémoire le port Milet ou de la cour Maufaite situé au confluent des deux canaux, le port de Chanteraine ou du Marché, le port St-Antoine.

Le Nau et le Mau ne sont plus navigables: oubliés de leur ancienne splendeur ils coulent, paisibles, se bornant à refléter dans leurs eaux calmes les témoins d'un passé florissant.

Considérations sur l'hydrologie du sous-sol de Châlons

L'allure de l'eau souterraine dans le sous-sol châlonnais est naturellement conditionnée par la situation de cette ville dans la vallée de la Marne: cette rivière a laissé des témoins de son extension primitive sous la forme de vastes dépôts alluvionnaires. Ne nous étonnons donc pas que le régime des eaux dans toutes les parties qu'occupent ces dépôts affecte l'allure d'une véritable nappe. En dehors de la ville et aux alentours de la rivière, le fait est particulièrement net. Les alluvions renferment une nappe d'eau d'un volume considérable dont le niveau se relève à mesure que l'on s'éloigne du lit de la Marne. Cette eau repose, tantôt sur la craie compacte, tantôt sur la craie marneuse et remplit tous les interstices laissés entre les divers éléments des couches détritiques. Il arrive parfois que cette nappe souterraine est isolée de la couche de terre végétale par une assise argileuse. Ainsi soustraite aux contaminations superficielles cette eau peut être utilisée pour l'alimentation de villes importantes: c'est le cas dans la vallée de la Marne. D'où provient cette eau: tout

d'abord des précipitations atmosphériques que reçoivent les collines du val de Marne, précipitations qui sont drainées vers les points les plus bas du thalweg. D'autre part, la Marne est doublée d'un underflow important qui est en relation avec la nappe d'eau des alluvions. Cet underflow est approvisionné en partie par le cours d'eau lui-même. Il s'établit donc entre les deux surfaces aquifères des échanges dont le sens varie avec les saisons. De toutes façons il ne semble pas exister de communication directe entre la Marne et la nappe d'eau des alluvions ainsi que le montrent les expériences suivantes pratiquées au cours des récents travaux d'adduction. Durant les essais, des prélèvements furent effectués toutes les 24 heures (au refoulement et dans la Marne en face des captages), en vue de la mesure du pH et de la conductibilité.

eau prélevée le:	Eau du refoulement		Eau du refoulement	
	pH	conductibilité à 18°	pH	conductibilité à 18°
12 juin 1935	6,78	$3,80 \times 10^{-4}$	7	$2,38 \times 10^{-4}$
13 juin 1935	6,78	$3,80 \times 10^{-4}$	6,95	$2,41 \times 10^{-4}$
14 juin 1935	6,75	$3,80 \times 10^{-4}$	7,3	$2,43 \times 10^{-4}$
15 juin 1935	6,83	$3,75 \times 10^{-4}$	6,95	$2,44 \times 10^{-4}$
16 juin 1935	6,78	$3,82 \times 10^{-4}$	6,85	$2,43 \times 10^{-4}$
17 juin 1935	6,78	$3,81 \times 10^{-4}$	7,1	$2,43 \times 10^{-4}$

Ces résultats peuvent s'interpréter de plusieurs façons:
la nappe n'est pas en communication avec la Marne;
les pompes n'ont pas été assez prolongés pour que l'eau de Marne parvienne jusqu'aux captages;
l'eau de Marne subit dans ce parcours souterrain une modification.

Cette nappe souterraine n'est pas parfaitement horizontale et immobile. Les cotes de niveau du plan d'eau dans les puits établis dans la plaine de Compertrix ont accusé une différence de 1 m. 30 entre les puits extrêmes, montrant que la nappe est en mouvement de l'amont vers l'aval.

Le niveau de la nappe d'eau souterraine est commandé en effet dans la partie Sud de la ville par le niveau de la Marne en amont du barrage; et dans la partie Nord par le niveau de la Marne en aval du barrage. On peut concevoir que la nappe possède entre ces deux zones une certaine pente qui lui permet de rattraper cette différence de niveaux. Sur la rive gauche de la Marne, le régime aquifère se présente sous un aspect un peu différent. La proximité des coteaux crayeux, la moindre épaisseur des alluvions, la présence de la craie à une profondeur plus faible font que nous n'avons pas à faire ici à une nappe continue. L'eau que les galeries filtrantes fournissaient à la Ville de Châlons est un mélange d'eau de craie (provenant des coteaux crayeux du Mont Saint-Michel) et d'eau de Marne ou tout au moins d'eau de l'underflow. Dès que les collines s'éloignent du thalweg nous retrouvons le même faciès que sur la rive droite. C'est ainsi qu'à moins de 1 kilomètre en aval de l'usine des eaux, un puits creusé par la Compagnie de l'Est, pour l'alimentation de la gare, fournit un débit de 150 à 200 mètres cubes à l'heure avec dénivellation de 0 m. 60.

Inutile d'ajouter qu'au-dessous de la nappe d'alluvions il existe d'autres surfaces aquifères réparties dans l'épaisseur du banc de craie sous-jacent. Nous les avons suffisamment étudiées précédemment pour n'être pas obligé d'y revenir. Nous venons de voir l'hydrologie souterraine au voisinage de Châlons. Dans le sous-sol de Châlons quelques particularités sont à noter.

La nappe dont nous avons ci-dessus relevé la présence s'y continue, mais sa régularité est troublée par quelques circonstances locales. Le Nau et le Mau, canaux dont le niveau est réglé, drainent l'eau de la nappe sur leur parcours. Dans l'île qu'ils forment au centre de la ville, le niveau de la nappe et celui des deux cours d'eau sont identiques. La plupart des anciens puits creusés dans la ville utilisent l'eau

de cette nappe et ont pour base les terrains alluvionnaires. Au Nord - Est et à l'Est, dans les parties de la ville les plus éloignées de la Marne, les terrains détritiques font défaut. Les puits sont alors creusés dans la craie et recoupent les fissures aquifères de cette roche.

Ces nombreux puits mettaient Châlons à l'abri d'une disette d'eau et l'on comprend que l'installation d'un service public de cette nature ait été différé jusqu'au jour où l'on reconnut les dangers que présentait la pollution de l'eau des puits par tous les déchets, tous les détritiques humains et animaux qui couvrent le sol.

La nappe d'eau des alluvions est redevable en partie, de son importance aux précipitations atmosphériques. Quelques données pluviométriques nous permettront d'évaluer approximativement cet apport. Une grande partie de la Champagne crayeuse et particulièrement la Champagne pouilleuse sont relativement sèches. Tandis que le plateau tertiaire, le pays d'Othe et les monts de Champagne reçoivent une moyenne annuelle supérieure à 700 millimètres, la Champagne pouilleuse se contente de 550 à 650 millimètres (la moyenne annuelle de la France est de 770 millimètres). C'est ordinairement en été et en automne que tombent les plus fortes quantités d'eau.

Du 1^{er} décembre 1930 au 30 novembre 1931, il est tombé à Châlons, 709 mm. 1 d'eau, se répartissant ainsi:

Hiver	175 mm. 1
Printemps.	117 mm. 9
Été.	268 mm. 6
Automne.	147 mm. 5

La structure des terrains champenois permet à la plus grande partie de ces eaux météoriques de s'engouffrer dans le sol et d'augmenter le débit des résurgences ou des surfaces aquifères.

CHAPITRE II

HISTORIQUE DE LA VILLE DE CHALONS

Le nom de notre ville découle du latin Cathalaunum, dont l'étymologie s'explique par la juxtaposition des mots catellum (de cata: château) et Laun ou Laon (plaine). Du X^e au XII^e siècle on prit l'habitude d'écrire Chatalaunum, d'où dérive par contraction le nom actuel.

Cette ville paraît avoir une origine très ancienne, mais on en est réduit à des hypothèses en ce qui concerne la date précise de sa fondation. Bien que Jules César n'en parle pas dans ses Commentaires, il semble bien qu'elle existait avant la conquête des Gaules par les Romains. Sous le règne d'Auguste, les Gaules furent divisées en 17 provinces et des villes furent fondées: les anciens textes nous autorisent à croire qu'à ce moment les tribus gauloises disséminées dans le « pagus Catalauni » furent groupées pour former le Duro Catalauni dont l'itinéraire d'Antoine fait mention au III^e siècle, ou l'« urbs Catalaunia » dont on retrouve la trace au IV^e siècle.

En 353, Châlons était une ville très fortifiée et commerçante qui avait adopté la religion romaine. Le christianisme cependant pénétrait peu à peu les Gaules. Si l'on ne peut préciser la date exacte où la nouvelle religion se répandit dans notre région, on sait toutefois que saint Memmie fut le premier évêque de Châlons. Après avoir ressuscité le fils

du préfet romain Lampadius, il consacra à Dieu tous les temples païens, fit construire des hôpitaux, des asiles, établir des cimetières. La ville avait alors pour limites: la Marne, la rue de Grève, le Nau, les rues des Cordeliers et de Choiseul. Quatre portes la fermaient: au levant la porte des Monts, au couchant la porte de Jupiter, au midi la porte Mars, au Nord-Est la porte des Vallées ou de Cérès. Elle faisait partie de l'ancienne Belgique et était dirigée par un préfet. Pendant que la religion chrétienne s'établissait dans nos contrées, les Romains eurent à repousser de nombreuses invasions des Barbares. Une terrible bataille eut lieu en 451: les archéologues n'ont pas encore pu indiquer si elle eut pour théâtre les plaines voisines de Troyes ou si elle se déroula à 12 kilomètres de Châlons entre les villages de Cuperly et de La Cheppe. Toujours est-il que ce terrible combat qui opposait Attila, roi des Huns au général romain Aetius, se termina par la défaite des Barbares. S'il faut en croire les historiens, 162.000 hommes périrent et leur sang teinta pendant 24 heures la rivière: la Noblette.

A partir de 486 la Champagne passe au pouvoir de Clovis le premier roi Franc qui détruisit ce qui restait en Gaule des troupes romaines. Il se fit baptiser par saint Remi en 495 à Reims. A la mort de Clovis, survenue en 511, ses fils se partagèrent la Gaule. Thierry, roi de Metz, reçut en partage les territoires de Châlons et de Reims auxquels il ajouta bientôt le Perthois. Ces possessions formaient le royaume de l'Est ou d'Austrasie. Sous les règnes de ses successeurs, Châlons eut à souffrir des ravages et des guerres causés par les rivalités qui opposaient les rois d'Austrasie et de Neustrie. Disettes, pestes, inondations n'empêchaient cependant pas les habitants de défricher le sol, les évêques de leur côté de renforcer leur autorité.

La dynastie des Pépin, Pépin d'Héristel, Charles Martel, Pépin le Bref, marque une ère de prospérité pour la Ville de

Châlons. Au IX^e siècle, elle était administrée par des évêques dont l'autorité était souveraine. Ils se servaient même des troupes que le comté mettait à leur disposition pour défendre leurs droits. Et c'est ainsi que sous l'administration de l'évêque Bovon et de son successeur Guibuin, Châlons fut prise, incendiée par Raoul, roi de France, et Robert, comte de Vermandois. Avec Guibuin II la ville fut reconstruite, devint le centre de la justice criminelle et civile et fut dotée d'un bailliage et d'une prévôté.

Commerce et industrie se développèrent au XI^e siècle; les foires étaient importantes. Le clergé favorisait cet essor en augmentant la sécurité des voies de communication, en protégeant les voyageurs contre la rapacité des grands seigneurs. De nombreux monastères furent créés à cette époque. Le XII^e siècle fut marqué par la venue à Châlons du pape Eugène III et du roi Louis VII. C'est en leur présence que saint Bernard prêcha la seconde croisade dans le Jard, du haut d'une chaire de pierre.

De nombreuses églises, Notre-Dame, Saint-Alpin, Saint-Nicolas, église des Cordeliers, église des Jacobins, Saint-Loup, Sainte-Marguerite, des couvents, couvent des Jacobins, des Cordeliers, furent édifiés dans le courant du XIII^e siècle. Le commerce des draps prospérait, les nobles se mêlaient aux affaires et

vivaient marchandement... De cette vie des nobles résultaient des alliances entre leurs familles et celles des roturiers dont la société et la fortune publique recueillaient d'excellents fruits (1).

Cette prospérité permit à la ville de supporter plus facilement les épreuves de la guerre de Cent ans.

Car il était dans les destinées de cette province (la Champagne) nous dit H. POINSIGNON, de ressentir plus vivement les maux du royaume dont elle formait en quelque sorte le cœur [39].

(1) BARBAT : Histoire de Châlons, 1860.

Les désastres de Crécy (1346) et de Poitiers ouvrirent aux Anglais la route de l'Est. La Champagne fut envahie par des bandes d'aventuriers qui vivaient sur le pays. Le dauphin se réfugia dans nos murs qui soutinrent vaillamment le siège contre les assauts des Anglais. En 1360 deux notables de la ville furent envoyés comme otages en Angleterre pour servir à la caution du roi Jean.

Les querelles intestines entre les deux maisons de Bourgogne et d'Orléans vinrent se greffer bientôt sur la guerre avec les Anglais. Ceux-ci en profitèrent pour envahir de nouveau la Champagne. Châlons ne se rendit qu'après une vive résistance et dut reconnaître le roi d'Angleterre (1428). La ville était « moult dépeuplée et une grande partie vague et inhabitée par grande mortalité et le fait des guerres » [1].

Aussi ce fut avec joie que le peuple de Châlons se porta le 13 juillet 1429 au devant de la Pucelle qui, après avoir obligé les Anglais à lever le siège d'Orléans entraîna le roi Charles VII vers Reims, la ville du sacre. En 1431 les habitants de notre ville conduits par Eustache de Conflans, battirent à la Croisette, village situé autrefois entre Châlons et l'Epine, les Anglo-Bourguignons et les chassèrent des places voisines. Le roi pour témoigner sa reconnaissance, accorda à la compagnie des Arquebusiers, le droit de porter les couleurs des gens de son hôtel « à savoir des robes et tuniques de drap vermeil et sur l'un des quartiers blanc et vert avec une fleur de *Ne m'oubliez mie* par dessus ». En 1445 il passe 3 mois et demi tant à Châlons qu'à Sarry : « le roi était logé au château de Sarry et venait chaque soir après le souper prendre le frais au Jard » [1]. La fin du règne de Charles VII, les règnes de Louis XI, de Charles VIII et de Louis XII furent des temps calmes pour la Champagne. Mais les rivalités entre Charles-Quint et François I^{er} troublèrent de nouveau la quiétude de nos braves Châlonnais. Sur l'ordre de François I^{er} on détruisit de nombreux monu-

ments qui pouvaient servir de retranchements à l'ennemi. Finalement Charles-Quint impressionné par ces préparatifs évita Châlons. Vingt ans à peine après la signature du traité de Crespy, les guerres de religion s'allument en Champagne à Vassy. Châlons resta longtemps fidèle aux Guise, chefs du parti catholique, mais malgré ces tendances, la ville ne reçut qu'entre 1585 et 1588 une garnison de Ligueurs. Par l'assassinat du duc de Guise à Blois, Henri III pense avoir abattu la Ligue; mais la guerre reprend avec le duc de Mayenne et Henri III ayant été assassiné à son tour, Henri IV monte sur le trône et essaye de reconquérir son royaume. Reims est favorable à la Ligue, Châlons l'abandonne pour servir la cause du roi. Les membres du Parlement de Paris se réunissent dans notre ville, dans le couvent des Jacobins. De nombreux secours en espèces et en vivres furent fournis par notre ville au roi qui remercia par de nombreuses lettres adressées aux conseillers de la ville et fit frapper une médaille en mémoire de la fidélité châlonnaise.

Le meurtre d'Henri IV rallume les guerres civiles, mais Châlons prit toutes les précautions nécessaires à sa défense. Les troubles de la Fronde se poursuivirent pendant le début du règne de Louis XIV.

Toutes ces occupations, toutes ces guerres, tous ces passages de troupes eurent pour répercussion l'augmentation des impôts. Il s'ensuivit dans notre ville une révolte des tisseurs, cardeurs, fileurs, peigneurs au cours de laquelle plusieurs notables furent grièvement blessés et l'un d'eux tué. A la suite de ce soulèvement, le Conseil de ville retira aux maîtres des corporations de nombreux privilèges. La décadence de notre industrie et de notre commerce en fut la conséquence. Châlons dont la population, au dire des auteurs de l'époque, s'élevait à plus de 30.000 âmes à la fin du XVI^e siècle, ne comptait plus en 1788 que 6.000 habitants. De l'avènement de Louis XV aux premières menaces

révolutionnaires, la vie de notre cité n'est marquée que par le passage de princes, et la réalisation des travaux d'élargissement ou d'exhaussement des rues. À la veille de la Révolution, la situation de l'industrie et du commerce était précaire et notre ville ne fut pas la dernière à présenter ses doléances à la royauté et à réclamer des réformes. Pour prévenir des troubles, la garde de Châlons fut renforcée; un comité permanent chargé de la police, du maintien de l'ordre et de la tranquillité fut formé.

Puis, c'est l'abolition des privilèges, la Déclaration des droits de l'homme, la confiscation des biens du Clergé, la division de la France en 83 départements. Notre cité devient le chef-lieu du département de la Marne.

Le 21 juin 1791, elle voit passer la famille royale fuyant vers la frontière. Arrêté à Varennes en Argonne, le roi est accueilli à Châlons par le Maire et les autorités constituées à la porte Dauphine. La famille royale passe la nuit à Châlons, entend la messe le lendemain matin et reprend précipitamment et sous bonne escorte, la route de Paris. En prévision de l'invasion étrangère, de nombreux Châlonnais s'enrôlent comme volontaires dans la garde nationale. La ville est occupée par des troupes dont le séjour occasionne des désordres et des querelles. Le 11 juillet 1792, les commissaires du Conseil municipal escortés par un détachement de la garde nationale proclament la patrie en danger. Les troupes ne cessent d'affluer dans notre ville autour de laquelle de nombreux camps sont installés. La bataille de Valmy lui vaut l'arrivée de nombreux blessés; la ville réduite à la famine et à la misère adresse une pétition au Ministre de l'Intérieur pour obtenir des secours.

Fidèle à la République comme elle l'avait été au roi, notre cité eut beaucoup à souffrir de la Révolution: évêchés, intendance, justice, administration, communautés religieuses, furent anéantis. Les églises, les couvents, les monu-

ments religieux furent saccagés, mutilés ou même détruits mais « les Châlonnais ne se souillèrent pas de ces crimes dont maintes localités furent épouvantées » (1). Le Conseil municipal siégeait en permanence, la garde de la ville était renforcée, les suspects étroitement surveillés. La Convention trouva cependant que les habitants de Châlons, bons patriotes, n'étaient pas suffisamment révolutionnaires et délégua le citoyen Bô: celui-ci destitua tous les titulaires des fonctions administratives et les remplaça par de vrais « sans-culottes ».

Les églises, les couvents furent réquisitionnés, transformés en écuries ou en casernes. Les noms des rues furent changés et on supprima tout ce qui rappelait l'ancien régime, ou les anciennes religions. Le culte de la Raison fut célébré dans l'église Notre-Dame. Pendant la Terreur, un comité révolutionnaire fut nommé qui voulut suivre l'exemple des grandes villes, mais dont l'action se borna à quelques emprisonnements. Petit à petit le calme renaissait: les administrations se réorganisaient. Les amis de l'ordre reprenaient la direction de la ville: les sociétés populaires se débarrassaient de leurs membres les plus violents et les plus dangereux. Les églises Saint-Etienne, Notre-Dame, Saint-Loup, Saint-Jean furent rendues au culte et les citoyens rivalisèrent d'ardeur pour réparer les dégradations commises pendant la tourmente révolutionnaire.

Pendant le Directoire, Châlons fut le théâtre de nombreuses fêtes: fête de la fondation de la République, fête de la prise de la Bastille, fête anniversaire de la mort du roi, fêtes de la jeunesse, des époux, de la vieillesse, des victoires et de la reconnaissance. Les autorités de la ville se mêlaient à ces réjouissances populaires ainsi que nous le conte plaisamment un auteur de l'époque:

La critique la plus maligne n'oserait dire cette fois que les magistrats du peuple n'ont point voulu fraterniser avec les citoyens et sur-

(1) BARBAT: Histoire de Châlons, 1860.

tout avec cette intéressante moitié du genre humain qui fait et fera toujours les délices de l'autre. L'aurore à son réveil a presque surpris les républicains dansant encore au milieu des chants patriotiques.

Mais les soldats étaient sans armes, sans pain et reculaient; le Directoire fit faillite. Pour trouver le repos, la France avait besoin d'un homme puissant: tous les vœux, toutes les espérances de la France reposaient sur Bonaparte, que les populations avaient accueilli à son retour d'Egypte comme un sauveur. Sous le Consulat, le calme renaît: en 1800, l'Administration départementale est constituée; les églises s'ouvrent au culte, l'instruction s'organise, la ville s'enrichit de nombreux embellissements. Hôpitaux et hospices se modernisent, les voies de communication s'améliorent.

Nommé empereur, Napoléon accorda à Châlons la faculté de posséder des armoiries. La Champagne est sans cesse parcourue par les armées impériales qui partent à la conquête de l'Europe ou reviennent couvertes de gloire. Mais en 1812, tous les peuples que Napoléon avait asservis se retournent contre lui. La Champagne voit de nouveau se dessiner les signes avant-coureurs de l'invasion: les promenades et les places sont pleines d'hommes auxquels on enseigne rapidement le maniement du fusil. Les privations, le froid, la faim causent des épidémies de « typhus nostras » parmi les soldats. Tous les établissements publics, les couvents, le pavillon du Manège, l'église Saint-Jean regorgent de malades qui contaminent la population civile.

C'est encore dans les plaines champenoises que Napoléon, appuyé sur le patriotisme des populations, va se trouver aux prises avec la plus formidable coalition de l'Histoire. Par de nouvelles victoires à Champaubert, Vauchamps, Montmirail, il arrête un moment la marche des Alliés. Finalement, il doit céder devant le nombre, livrant la Champagne aux malheurs d'une nouvelle invasion.

Un développement économique remarquable eut vite fait

d'en effacer les traces. A cette époque, la population de Châlons s'élevait à 12.000 habitants, d'après Jolly.

Mais la Champagne était destinée à souffrir encore de sa position intermédiaire entre Paris et les marches de l'Est. Au mois d'Août 1870, le département de la Marne est occupé par divers corps allemands, qui tenaient garnison dans les principales villes, Reims, Châlons, etc. Quatre habitants de Châlons sont fusillés sur le champ de manœuvres et nous passons sous silence les réquisitions, les vexations qu'eut à subir la ville.

Pouvait-on prévoir, cependant, que notre sol champenois allait être de nouveau bouleversé, foulé par les armées, ravagé par l'invasion. Au cours de la guerre mondiale, Châlons endura de longues souffrances à cause de sa proximité du front. La majeure partie de sa population dûit fuir vers l'intérieur pour échapper aux obus des canons à longue portée ou aux bombardements aériens. Tous les établissements publics furent transformés en vastes hôpitaux.

De septembre 1914 à juillet 1918, « le cauchemar s'apaisant sur la Champagne. La craie est bouleversée par les terrassements, par les obus, par les mines. Elle s'étale comme une lèpre blanche à la surface du sol: l'hiver, la pluie, le piétinement des hommes et des bêtes, le transforme en une pâte visqueuse qui change les soldats en blocs de boue » [10].

Dix-huit ans ont passé; la vie normale a repris dans notre cité où les traces de guerre ont disparu, sous l'impulsion énergique du Champenois, qui a montré, une fois de plus, qu'il sait ce que c'est que l'effort.

En terminant cet historique rapide, qu'il nous soit permis de déplorer que Châlons-sur-Marne soit une ville méconnue. Le voisinage des camps, les souvenirs de guerre qui s'attachent à son nom lui ont fait une publicité défavorable. Et cependant, cette ville renferme des perspectives incompa-

rables, de nombreux canaux au cours paisible, de vieilles églises, des demeures anciennes, des édifices publics d'une architecture remarquable.

Mais comme le dit si justement notre distingué compatriote M. Vendel: « Châlons est humble, Châlons se cache.. Les monuments ne posent pas; ils ne savent pas qu'on les regarde. Châlons-sur-Marne a le charme le plus rare: celui d'une beauté qui s'ignore » [56].

CHAPITRE III

HISTORIQUE DE LA QUESTION DE L'EAU POTABLE A CHALONS

Les puits publics et privés.

L'installation d'une distribution d'eau dans la Ville de Châlons est assez récente; il y a un peu plus de cinquante ans, l'eau ne coulait pas librement dans les rues de la Ville et ne venait pas apporter dans chaque maison les bienfaits de l'hygiène. Faut-il en chercher la raison dans le peu de sources qui existent aux environs immédiats de Châlons et dans les difficultés que leur captation aurait provoquées ou dans l'existence d'abondantes réserves d'eau dans le sous-sol châlonnais ? Placées cependant dans les mêmes conditions, des villes comme Reims ou Vitry furent dotées plus tôt que Châlons d'un service des eaux. En tout cas, il nous a semblé utile de rechercher comment les habitants de Châlons se sont alimentés en eau potable à travers les âges.

Il ne semble pas que les Romains aient installé dans la région de Châlons des aqueducs, comme ils l'ont fait dans d'autres parties de la Champagne. On a cependant mis à jour, au moment de la construction d'un pont, à l'endroit où coulait anciennement la Marne (emplacement du canal actuel), des travaux de canalisation datant de l'époque gallo-romaine, mais ils paraissent avoir été pratiqués pour drainer cette ré-

gion fort marécageuse à cette époque. Les Romains utilisaient peut-être l'eau des cours d'eau qui traversent la Ville.

Au Moyen-Âge, une source assez importante venant de la vallée Saint-Pierre, devait jaillir à l'extrémité de l'actuelle rue Chevalier et donner naissance à un cours d'eau qui devait passer à l'emplacement de l'église Saint-Loup et du carrefour de la rue de Vaux. Au XV^e siècle, un moulin existait sur ce cours d'eau, près du pont de la rue de Reims. Nous n'avons pas trouvé trace dans les archives de l'utilisation de cette source par les habitants. De très nombreux puits particuliers fournissaient aux habitants l'eau dont ils avaient besoin. Dans son « Annuaire des Distributions d'Eaux », le Docteur IMBEAUX note l'existence d'environ 3.500 maisons à Châlons (recensement de 1901) et ajoute qu'avant la mise en service de la distribution il y avait près de 5.000 puits particuliers [20]. Le dernier recensement des puits, qui fut fait en 1934, au moment de la menace de pénurie d'eau, accusa un chiffre approximatif de 765, bien inférieur à celui indiqué par IMBEAUX. Cela n'est pas étonnant, car un grand nombre de ces puits, inutilisés, furent bouchés soit par les propriétaires, soit par le Service des travaux au moment de la mise à l'alignement des maisons. Ces puits étaient établis, la plupart du temps, soit dans les caves, soit dans les cours des immeubles. Il existait également dans les rues et sur les places de Châlons de nombreux puits banaux. Au XVIII^e siècle, leur nombre s'élevait encore à plus de 60.

Il n'en reste plus que quelques-uns (nous apprend CORNET dans son dictionnaire de 1868) qui se trouvent dans les rues Grande Etape, du Picheron, Saint-Nicolas du Collège, à la porte des Mariniers et à celle du Jard, sur la place Cosme Clause, dans les impasses de la Trinité, de Sainte-Claire, sur le quai Saint-Antoine. Il y en avait un aussi à l'entrée de la rue de la Bassinerie (1), mais il a été supprimé lors du dernier pavage qui a été effectué dans cette rue [9].

(1) Actuellement rue de Chastillon.

Certains de ces puits publics portaient des noms rappelant tantôt leur emplacement, tantôt leur destination, tantôt quelque légende. Il y en avait un à l'entrée de la rue de la Bassinerie: dans un acte de 1382

on parle de la maison de Porel Maichis, sise devant le puits, tenant à Jacquier le Barbaît et au chemin par où l'on va en la Bassinerie [17].

Dans la rue au Change (actuellement rue des Lombards), se trouvait le puits au Change. La place du Marché au Blé (actuellement place de la République), possédait plusieurs puits publics: le puits à la Chaîne existait déjà en 1237; il est fait mention, dès 1460, du puits aux Chardons. Ce puits était situé, en effet, sur la partie de la place qui est réunie à la rue d'Orfeuil et qui portait le nom de place aux Chardons. Au seizième siècle, il est question du puits aux Toiles: il se trouvait en face d'une auberge qui occupait l'emplacement actuel du restaurant des Ardennes. D'autres puits publics étaient disséminés dans la Ville: au bout de la rue Saint-Nicaise (1), c'était le gros puits; dans la rue Saint-Pierre, le puits aux Bœufs, sur la place Cosme Clause, le puits d'Amour.

Comme l'a si délicatement exprimé notre compatriote le Docteur CHEVRON, il est

un mourant qu'il est indispensable de signaler à l'attention de nos enfants avant qu'il ne disparaisse, c'est le puits public, le puits de jadis dont la margelle se dressait en quelque recoin de la rue ou dans quelque cour commune avec sa poulie, avec sa corde ou sa chaîne au bout de laquelle pendait le seau qui bruyamment descendait jusqu'à la nappe d'eau en se heurtant à ses parois moussues; le puits pittoresque, si souvent célébré, autour duquel s'attardaient les commères qui venaient y puiser l'eau nécessaire aux occupations de leur ménage [7].

Qu'ils soient publics ou privés, les puits de Châlons, alimentés surtout par la Marne, au dire des anciens auteurs, tarissaient rarement.

(1) Actuellement rue Pasteur.

Ceux de la partie orientale paraissent avoir une source commune avec des petites fontaines qui communiquent dans les fossés de la ville.

A l'Est et au Nord-Est de la Ville, ces puits étaient creusés dans la craie pure; au Midi, le fond en était constitué par du gravier; à l'Ouest par une terre grasse et presque entièrement argileuse. L'eau fournie par ces puits, établis en pleine ville, au voisinage immédiat parfois des fosses d'aisances, exposés à toutes les souillures, devait être d'une qualité plutôt douteuse. Nous n'avons trouvé aucune analyse les concernant.

En 1845, J. CHALETTE, dans son « Précis de la Statistique générale du Département de la Marne », déplorant l'absence de fontaines publiques à Châlons, ajoutait: « L'eau de ses puits est saine ». Ce n'était sans doute pas toujours la règle, car dans un rapport lu le 10 avril 1860, au cours d'une séance du Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité du département de la Marne, M. Hippolyte FAURE notait que le Conseil, appelé à examiner et analyser les eaux des différents puits de la maison d'arrêt de Châlons, avait pu s'assurer

que l'eau de tous ces puits était de bonne qualité à l'exception de celle du puits de la cuisine du géôlier qui était altérée par des infiltrations d'une manière assez sensible pour que son emploi dans la préparation des aliments dût être interdit [13].

En 1820, M. le Docteur JOLLY faisait remarquer dans sa topographie médicale que les eaux des puits de Châlons

réunissent généralement toutes les conditions physiques et chimiques qui peuvent assurer leur potabilité: elles sont claires, inodores, cuisent facilement les légumes sans les durcir et dissolvent le savon sans qu'il se cailleboté **22** .

Plusieurs analyses faites à cette époque montrèrent que ces eaux renfermaient « peu ou point de sulfate calcaire, une faible quantité de carbonate de chaux et plus ou moins d'acide carbonique ». Dans la partie occidentale, l'eau des puits

était plus chargée en sulfate de chaux: un douzième de grain par once. On reprochait à ces eaux de puits d'être peu aérées et par là même fades et plus ou moins digestibles.

Nous croyons que les eaux de la Marne filtrées posséderaient encore quelques degrés de salubrité de plus que l'eau de puits, disait M. JOLLY, en ce que réunissant sous le rapport chimique les mêmes conditions salubres, elles contiennent en dissolution une plus grande quantité d'air que les eaux de puits.

Dans un rapport datant de 1872, rédigé par M. VALSER, conseiller municipal, nous trouvons une appréciation sur les eaux de puits qui s'approche plus de la réalité:

Le résidu de nos eaux de puits comme de rivière est presque exclusivement formé de bicarbonate de chaux.

On admettait, à cette époque, que l'eau devenait impropre au savonnage et à la cuisson des légumes si la quantité de cet élément dépassait 0 gr. 30 par litre. Le résidu de ces eaux de puits était assez variable: le puits de la maison habitée par l'auteur du rapport en contenait 0 gr. 38 par litre; dans une autre maison l'eau accusait 1 gr. 56 de résidu solide par litre. D'autres eaux, analysées par M. FAURE par la méthode hydrotimétrique, donnèrent des chiffres de 0 gr. 24, 0 gr. 25 et 0 gr. 28 par litre.

Dans un puits situé rue de la Trinité, M. VALSER avait trouvé 3 gr. de résidu solide, composé en majeure partie de chlorure de calcium; les animaux refusaient de boire l'eau de ces puits. Les maisons voisines avaient de l'eau analogue et les propriétaires furent obligés de forer des puits profonds et obtinrent de bons résultats.

Les habitants de tout le côté droit de la rue des Sept Moulins, de quelques maisons du côté correspondant de la rue Herbillon n'ont dans leur puits que de l'eau impotable.

Et le rapporteur ajoute: « On peut dire, en général, que l'eau des puits de Châlons est beaucoup plus calcaire, qu'il ne faudrait » [40].

L'eau de puits avait également l'inconvénient de contenir des matières organiques dont la présence s'expliquait par la proximité des puisards et des fosses d'aisances. Le remède, qui consistait à chercher l'eau à une plus grande profondeur, donnait de l'eau parfois plus mauvaise.

Ces indications sur la composition chimique de l'eau nous semblent un peu sommaires maintenant; elles ne nous permettent pas de conclure, en tout cas, que l'eau consommée jadis à Châlons était saine. Certaines des épidémies qui firent tant de ravages au moment des guerres, tant dans la population civile que dans les troupes, avaient à coup sûr une origine hydrique et leur extension fut favorisée par l'insuffisance de protection des puits publics. Ce système avait d'ailleurs d'autres graves inconvénients : en cas d'incendie, c'est à l'eau des puits ou à celle des canaux que l'on avait recours et il fallait remiser dans divers quartiers de la Ville des voitures chargées de seaux, que l'on conduisait, le cas échéant, sur les lieux du sinistre.

Des essais de puits artésiens ayant été pratiqués dans le département de la Marne, la Ville de Châlons profita de cette occasion pour tenter, en 1828, sur la place des Ursulines, le forage d'un semblable puits destiné à alimenter une fontaine publique. Faute de ressources suffisantes, les travaux durent être abandonnés: le forage avait atteint une profondeur de 200 mètres. Un essai analogue fut tenté un peu plus tard par le Docteur GUYOT dans la maison Jacquesson et fils, dans un intérêt public autant que privé. M. GUYOT pensait qu'à Châlons le jaillissement pouvait avoir lieu au-dessous de 260 mètres. Des eaux courantes et ascendantes furent trouvées entre 140 et 160 mètres, mais la craie fendillée supérieure les absorbait rapidement. Jusqu'à 187 mètres de profondeur, on ne rencontra que la craie grise, ce qui incitait M. GUYOT à penser que ces eaux ne venaient pas des sables verts. Finalement, les travaux furent suspendus par

M. JACQUESSON [18]. L'eau de ces puits fut-elle utilisée ultérieurement ? C'est probable. M. JACQUESSON proposait, en 1874, d'entreprendre personnellement la distribution d'eau dans la Ville. Au dire du rapporteur, M. VALSER, son établissement renfermait

un réservoir d'eaux limpides et fraîches en été sans saveur désagréable ; l'analyse qui en a été faite par l'Ecole des Mines a donné le meilleur résultat au point de vue de leur emploi comme boisson hygiénique et pour les usages domestiques [41].

Il s'agit peut-être, en la circonstance, du forage établi en 1846.

Il nous faut arriver en 1872 pour voir apparaître la première esquisse d'une alimentation en eau potable,

Réalisation d'une distribution d'eau potable

La première commission des eaux fut instituée dans le courant de l'année 1872, dans le but d'étudier la question d'une distribution d'eau dans la Ville de Châlons. Elle se composait de 5 conseillers municipaux, MM. FAURE, FRÉMINET, POISEL, ROGÉ, VALSER. Au mois de septembre, elle chargeait un de ses membres, M. VALSER, d'exposer dans un rapport les résultats de cette étude.

Après avoir montré l'intérêt hygiénique d'avoir

au moins une partie de la journée de l'eau courante dans les ruisseaux pour balayer tous les immondices et empêcher la stagnation des matières organiques qui trop souvent, en été surtout, se décomposent et chargent l'atmosphère d'émanations désagréables et malsaines,

le rapporteur soulignait l'utilité de l'eau en cas d'incendie et l'embellissement de la Ville réalisé par la création de fontaines jaillissantes. L'eau que l'on utiliserait, proviendrait de la Marne et remplirait ainsi les différentes conditions requises pour qu'une eau soit propre à tous les usages domestiques [40].

Plus aérée que l'eau des puits, l'eau de Marne accusait également un résidu fixe moins élevé ainsi que le montre une analyse faite en 1827 par MM. VAUQUELIN et BOUCHARDAT.

Eau de la Marne

Résidu fixe.	18 gr.
Composition du résidu:	
Acide silicique	0,006 gr.
Carbonate de chaux	0,115 gr.
Carbonate de magnésie	0,009 gr.
Sulfate de chaux	0,031 gr.
Sulfate de magnésie	0,012 gr.
Chlorure de sodium	0,017 gr.

M. FAURE avait trouvé 17 degrés hydrotimétriques dans l'eau prise au-dessous du Pertuis.

Un autre échantillon d'eau de Marne, prélevé au-dessous du pont de Marne, avait donné à M. VALSER 18 gr. de résidu formé en majeure partie de carbonate de chaux.

« Au point de vue de la minéralisation, l'eau que l'on prendrait dans la Marne pour la distribuer en ville ne laisserait donc rien à désirer ».

Au point de vue des matières organiques « par les réactions spéciales au chlorure d'or et au permanganate, c'est à peine si j'ai pu en découvrir quelques traces », affirmait M. VALSER [40].

L'eau de Marne arriverait par filtration dans des tranchées creusées dans un sol de grève. Refoulée ensuite dans des réservoirs construits en un lieu élevé, elle s'écoulerait par des canalisations dans toute la Ville.

Un ingénieur de la Compagnie Générale des Eaux, de Paris, proposait de puiser l'eau entre le canal Saint-Martin et la Marne et de la refouler sur un point culminant (cote 116 m.) situé entre la route de Metz et le chemin de

la Cheppe, au moyen de la chute du moulin BERDELLÉ, situé près de la porte Saint-Antoine. Le prix approximatif de l'installation complète, y compris l'acquisition du moulin, s'élevait à 350.000 francs.

Dans un deuxième projet, MM. FREMINET et SALLE plaçaient la force motrice à l'ancienne écluse de la Marne et refoulaient l'eau obtenue par des tranchées de drainage creusées dans le « Jardin Anglais » dans des réservoirs situés sur le mont Saint-Michel. Dans ces deux projets, une machine à vapeur de secours devait être prévue, car la différence de niveau au barrage pouvait être abaissée par les ingénieurs des Ponts et Chaussées pour élever le plan d'eau du canal d'alimentation de la turbine de Condé. Le rapporteur ne dissimulait pas, dans sa conclusion qu'une grosse mise de fonds, environ 400.000 francs, serait nécessaire au début. Il comptait sur l'abandon des puits mauvais et l'augmentation assez rapide des abonnements pour amortir cette somme. L'exploitation se ferait soit par un concessionnaire, soit par un gérant, soit par une compagnie. La dépense annuelle incombant à la Ville serait d'environ 44.000 francs pour une fourniture de 2.000 m³ d'eau par jour. Le prix de revient du mètre cube serait donc de 0 fr. 06 approximativement.

Malgré tous les avantages que présentait la perspective d'une distribution d'eau, plusieurs années s'écoulèrent encore avant la mise à exécution du projet.

Quelques correspondances avaient cependant été échangées, mais sans résultat appréciable. L'affaire semblait endormie dans les dossiers, lorsqu'en 1874, les élections firent passer en d'autres mains la direction des intérêts municipaux. Sous l'active impulsion d'un nouveau Maire, le projet de l'ancien Conseil fut repris. Une nouvelle Commission fut chargée d'étudier la question du point de vue financier et de se mettre en relations avec des spécialistes de ce genre

de travaux. Finalement, une somme de 3.000 francs fut votée en février 1877 par le Conseil municipal pour permettre à M. GRAVET, ingénieur hydraulicien à Paris, d'établir un avant-projet pour l'établissement de la captation d'eau potable et de sa distribution dans la Ville. Un géomètre lui fut adjoint pour exécuter le nivellement exact des différentes canalisations et tous les plans et renseignements dont il eut besoin lui furent fournis. A la fin de l'année, M. GRAVET présentait à la Ville de Châlons, un projet de traité dans lequel il s'offrait de prendre la concession en son nom, ce qui dégageait la Ville de toute préoccupation dans la réalisation du projet et de toute responsabilité dans le fonctionnement du service de distribution d'eau. L'eau provenant de la Marne serait captée en amont de l'ancien barrage, entre le chemin de fer et la rivière. Toutes les mesures seraient prises pour garantir l'eau contre toute infiltration insalubre. « Les moteurs, les réservoirs, les conduites principales et de répartition devront être établis de manière à fournir l'eau nécessaire à tous les quartiers quelle que puisse être l'extension de la Ville. A cet effet, on prendra pour base le volume de 3.000 m³ comme minimum de la distribution générale quotidienne » [42].

Mille mètres cubes seraient réservés chaque jour pour le service public de l'agglomération châlonnaise, qui serait libre de prendre, selon les exigences de chaque saison, les quantités qu'il jugerait utiles. La Ville paierait pour cette fourniture une annuité de 20.000 francs. L'eau serait distribuée par 20 bornes-fontaines munies de robinets d'incendie et 150 bouches d'arrosage et d'incendie. Une fontaine monumentale devait compléter l'installation.

Le tarif fixé pour les abonnements serait de 15 francs par hectolitre pour un abonnement minimum de 2 hectolitres.

La Ville devait, en outre, participer aux bénéfices dans la

proportion de 30 % et avait la faculté de reprendre l'entreprise à toute époque de la concession. Ce projet de traité fut étudié par les membres de la Commission spéciale des eaux et des finances réunies, qui chargèrent un des leurs, M. MATHIEU de le présenter à la séance du Conseil municipal.

Le rapporteur, après avoir montré la nécessité de porter à 4.000 m³ d'eau le minimum proposé par M. GRAVET, en prévision de l'extension de la Ville et de l'augmentation certaine de la consommation publique et privée d'eau, concluait en ces termes :

Notre ville va se trouver en possession d'un établissement dont le service quotidien excitera toujours la gratitude de nos concitoyens. Les paroles s'oublient mais les faits restent et parlent avec autorité et celui-ci comptera parmi les plus grands et les plus utiles [42].

A l'unanimité, le Conseil municipal adoptait les clauses et conditions du traité et chargeait le Maire de faire les démarches nécessaires auprès du Préfet pour obtenir son approbation. :

Bien des vicissitudes guettaient encore la future distribution d'eau.

M. GRAVET cherchait, en effet, à constituer une société pour l'exploitation du Service des eaux et à placer parmi les habitants, un certain nombre d'actions et d'obligations. Il fut décidé d'ailleurs que la Ville devait rester étrangère à la formation de cette compagnie.

M. GRAVET ayant échoué, devait-on abandonner le projet? La Ville se mit en relations avec M. DURENNE, maître de forges à Paris, 30, rue de la Verrerie, et propriétaire des Forges de Sommevoire (Haute-Marne) ; cet ingénieur consentait à se charger de tous les travaux de premier établissement ainsi que de la mise en service de l'entreprise, sous réserve que la Ville lui garantirait l'intérêt à 5,70 non seule-

ment du capital engagé évalué à 500.000 francs au maximum, mais encore des frais d'exploitation et d'entretien, estimés à 25.000 francs par an.

Quelques modifications furent introduites dans l'ancien projet de traité. Nous y trouvons des renseignements plus explicites sur le mode de captation que dans le premier traité [55]. L'eau provenant de la Marne devait être obtenue par infiltration dans des puisards défendus complètement contre l'invasion des eaux de la rivière, établis au bord du chemin bas de Compertrix. Ils seraient rendus parfaitement étanches jusqu'à 5 mètres au-dessous du sol. La fourniture de l'eau serait faite gratuitement à la Ville pour les services publics qui pourraient disposer des deux tiers de l'eau. La Ville accordait à la Compagnie une concession de quarante ans, à dater du jour de la mise en service; à l'expiration de cette concession la Ville serait subrogée à tous les droits de la Compagnie dans la propriété des terrains, bassins, machines, réservoirs, conduites, etc... La Ville avait, en outre, la liberté de reprendre la concession à n'importe quel moment. Le Préfet approuvait le premier traité passé avec M. GRAVET, le 12 août 1878 et le 18 septembre, la délibération du Conseil municipal concernant les modifications introduites par M. DURENNE.

La dépense totale d'installation s'élevait à 442.000 francs et les frais annuels d'exploitation à 42.000 francs.

M. GRAVET cédait la concession des eaux de la Ville de Châlons à M. DURENNE par acte du 25 novembre 1878. Les travaux furent aussitôt commencés par le nouvel entrepreneur.

Usine

Une usine élévatoire fut construite au Sud de la Ville, au bord du chemin bas de Compertrix, au pied du Mont Saint-Michel. Elle est divisée en trois parties: au milieu fu-

rent installées les machines, à droite les générateurs. La partie gauche était réservée au mécanicien.

Galeries filtrantes

Les galeries filtrantes qui existent toujours, furent établies entre la Marne et la ligne du chemin de fer de Paris à Strasbourg, à 5 mètres environ au-dessous du sol. Elles s'étendent parallèlement à la Marne, dont 40 mètres environ les séparent, sur une longueur totale de 174 mètres; un aqueduc passant sous le chemin de fer et la route les relie à un puisard creusé dans la cour de l'usine.

Les galeries sont établies dans les alluvions de la rivière, au-dessus de la craie sénonienne. Leur radier se trouve à la cote 77.50; l'étiage de la Marne à la cote 79.65. Elles sont construites en maçonnerie de meulière et surmontées d'une voûte en plein cintre. Dans les piédroits sont ménagées de nombreuses barbacanes permettant le passage des eaux contenues dans les terrains environnants. Leur largeur est de 0 m. 80, leur hauteur de 1 m. 60.

Pompes

Deux pompes horizontales, système GIRARD, pouvant effectuer 40 tours par minute furent amenées à l'usine. Deux générateurs, système WOLF constitués par un corps de chaudière cylindrique d'un mètre de diamètre, muni de 20 tubes de 0 m. 075 de diamètre, leur fournissaient l'énergie nécessaire, par l'intermédiaire de deux cylindres, l'un récepteur, l'autre détenteur, commandant chacun le mouvement d'une pompe.

Réservoir

L'eau aspirée dans le puisard était refoulée dans un réservoir établi moitié en déblai, moitié en remblai sur une

hauteur dominant l'usine dénommée le Mont Saint-Michel. Construit en maçonnerie, ce réservoir était divisé en deux parties égales, de façon à permettre, le cas échéant, la vidange ou les réparations dans un des compartiments et surmonté d'une épaisseur de terre assez forte pour conserver à l'eau une température convenable. Sa capacité totale était d'un peu plus de 2.000 mètres cubes.

Distribution

La conduite de distribution d'eau de la Ville partait de ce réservoir, suivait le chemin haut de Compertrix, la rue Sainte-Pudentienne, la rue du Faubourg de Marne, pour desservir ensuite les diverses rues de la Ville par des canalisations secondaires. Les conduites étaient formées par de simples tuyaux en fonte à joints en caoutchouc, système LAVRIL, et la vitesse ascensionnelle devait être de 10 mètres au moins en tous les points des conduites maîtresses.

20 bornes-fontaines munies de robinet d'incendie et 150 bouches d'arrosage et d'incendie furent réparties dans les différents quartiers de la Ville.

Enfin, une fontaine monumentale qui existe toujours fut élevée dans l'axe et au centre de la place du Marché au blé, l'actuelle place de la République.

L'établissement de cette fontaine était en effet prévu dans le contrat et la compagnie concessionnaire devait concourir pour la somme de 10.000 francs à son érection.

Le 10 mai 1881, l'architecte municipal, M. COLLIN présentait le devis estimatif des travaux nécessités par cette installation. Il se montait à la somme de 33.500 francs, y compris la subvention accordée par M. DURENNE.

L'installation complète de la distribution d'eau ne fut terminée qu'en 1881, après avoir subi bien des vicissitudes. Il nous a semblé bon de les relater pour montrer la tâche

que le Conseil municipal d'alors réussit à mener à bien. Nous avons noté un peu plus haut que la Compagnie eut recours à l'emploi de galeries filtrantes. Pour être en accord avec les faits, nous devons signaler que M. DURENNE escomptait tout d'abord obtenir le volume d'eau demandé au moyen d'un puits et de galeries passant sous le chemin de Compertrix. Son espoir fut déçu; il obtint par seconde 17 à 18 litres seulement d'une eau « belle, limpide, fraîche sortant des graviers et des craies fendillées » [43]. C'est devant cette situation qu'il envisagea la possibilité de construire au delà des voies ferrées des galeries filtrantes et demanda à la Ville d'engager la procédure d'expropriation des terrains nécessaires.

Un nouveau délai fut accordé à M. DURENNE qui avait cependant fixé au 1^{er} février 1880, le commencement du service de distribution d'eau.

Or à cette époque, la Compagnie ne pouvait disposer que de 500 m³ d'eau. C'est dans le cours du mois d'avril 1880 que l'eau commença à couler dans les rues. Pour surveiller et accélérer les travaux de construction des galeries, les membres des Commissions des eaux et des finances se rendirent sur les lieux. Maintes fois aussi ces questions furent soulevées au cours des séances du Conseil municipal et donnèrent lieu à d'âpres discussions.

M. DURENNE fut taxé d'imprévoyance; on lui reprochait d'avoir délaissé la recherche de l'élément principal, l'eau pour établir en premier lieu les canalisations.

Les expériences faites en septembre 1880 accusèrent avec l'appoint du premier tronçon de galerie un volume total de 1.200 m³. Le cahier des charges exigeait 1.500 m³. M. DURENNE fit prolonger en conséquence la galerie pour obtenir le supplément de 300 m³ et prévint le Maire le 30 septembre 1881 que les travaux de captage étaient complètement ache-

vés et que la Commission pouvait procéder à toutes les expériences qu'elle jugerait nécessaire.

La Commission des eaux composée de MM. LECOMTE, LANGE, THIERRY, THUVENY et ROUSSEAU à laquelle une Commission extramunicipale, comprenant MM. LANGONNET, directeur de l'Ecole d'Arts et Métiers, LIMASSET, Ingénieur des Ponts et Chaussées, JOUANT, chef de dépôt au chemin de fer de l'Est, RIGOLLET, professeur à l'Ecole d'Arts et Métiers, COLLIN, architecte municipal, était adjointe, fut chargée de procéder à la réception des travaux. Cette Commission tint plusieurs réunions dans le courant du mois d'octobre 1881.

Ses membres visitèrent plusieurs fois l'usine, soit ensemble, soit séparément et après avoir consacré, toute la journée du 20 octobre à une expérience suivie en présence des représentants de M. DURENNE, terminèrent leurs travaux le 25 novembre par la lecture du rapport, rédigé par M. LIMASSET. La Commission concluait à la réception définitive des travaux d'alimentation de la Ville de Châlons « sauf réserve en ce qui concerne les galeries qui ne fournissent pas la quantité d'eau demandée ». Les expériences de débit ne donnèrent pas en effet les résultats que M. DURENNE se vantait d'avoir obtenus

Pendant les cinq premières heures, dit le rapport, la machine a tourné à 37 tours par minute en moyenne et les galeries furent épuisées; pendant les 7 heures qui suivirent la machine fut réglée à 27 tours par minute en moyenne. Dans ces conditions le volume d'eau élevé était égal à celui qui arrivait dans la galerie par infiltration. Les galeries ne peuvent donc fournir 2.000 m³ en 12 heures, mais on remarque également qu'elles peuvent débiter plus de 1.500 m³ [44].

L'eau n'arrivait guère qu'en deux points: au premier voisin du sommet de l'angle droit, l'eau provenait

des fissures de la craie fendillée, au second situé à l'extrémité de la galerie l'eau provient de la Marne par infiltration à travers les graviers [44].

Au point de vue de la qualité, la Commission estimant que ces eaux étaient éprouvées depuis assez longtemps ne fit aucune expérience à ce sujet.

Après avoir entendu lecture de ce rapport le Conseil, sous la présidence de M. Hippolyte FAURE, maire, décidait le 27 décembre 1881 que la réception définitive des travaux ne pourrait avoir lieu que lorsque l'usine serait en mesure de fournir, conformément à l'article 5 du cahier des charges, 2.000 m³ d'eau en 12 heures, la machine à vapeur fonctionnant à 40 tours. De nouvelles expériences furent pratiquées le 31 mai 1882 par la Commission spéciale des eaux en vue de reconnaître si les galeries débitaient 3.000 m³ d'eau en 24 heures. La réponse, cette fois, fut affirmative: une amélioration très nette s'était dessinée dans l'arrivée de l'eau. Tout portait à croire que le débit augmenterait encore par la suite. En présence du débit obtenu (3.022 m³ en 24 heures) la réception définitive des travaux fut prononcée.

Dès que la Compagnie avait été en mesure de distribuer l'eau dans la Ville, nombreux furent les habitants qui contractèrent des abonnements. Des bornes-fontaines furent établies dans les quartiers pauvres de la Ville; des bouches d'arrosage et d'incendie réparties dans les différentes rues. Une seconde fontaine à deux vasques, don d'un habitant de la ville, fut érigée sur la place des Ursulines.

Un traité fut signé par lequel la Ville s'engageait à fournir l'eau aux casernes à raison de 10 litres par homme et 40 litres par cheval. Bref, le produit des concessions s'éleva à 15.530 francs pour l'année 1882.

C'est cette même année que la Municipalité avait envisagé le rachat immédiat de l'entreprise de distribution d'eau. Des raisons d'ordre économique et administratif firent ajourner cette solution [45].

Procès de la Ville avec M. Durenne

Au bout des deux années de fonctionnement, des difficultés commencèrent à surgir entre la Compagnie concessionnaire et la Ville, à propos de l'exploitation.

Une interruption de cinq jours dans le Service des eaux provoquée par la formation de fissures dans les tôles des générateurs amena la Commission des eaux à conclure qu'un troisième générateur devait être établi aux frais de la Compagnie pour éviter le retour d'une pareille situation.

De son côté M. DURENNE, estimant que les accidents survenus aux générateurs étaient justifiés par des coups de feu dus à une marche ininterrompue, doublée du fonctionnement continu de service de nuit pendant les mois d'été, entendait que la Ville prit à sa charge cette nouvelle dépense.

L'année suivante, les mêmes faits se renouvellent; des fissures se produisent par lesquelles l'eau coule sur les charbons incandescents, nécessitant une consommation très forte de combustible.

La Compagnie reconnut que les générateurs étaient hors d'usage et installa une locomobile pour les suppléer. Peu de temps après, le Conseil municipal devait autoriser le Maire à défendre la Ville de Châlons à l'instance civile que M. DURENNE formait contre elle. Dans une lettre adressée au Préfet, il souligne que

le Service des eaux fonctionne depuis le mois de février 1880, mais que les dépenses prévues au traité (442.022 fr. 37) se sont réellement élevées à la somme de 667.047 fr.43, soit une différence de 225.025 fr.06, par des suppléments successifs pendant 5 années au 31 décembre 1884.

Devant le refus de la Ville de Châlons de lui payer la différence, il ne reste à l'exposant d'autre moyen que de l'assigner « au paiement de ce qu'elle lui doit légitimement par devant les tribunaux compétents » [46].

L'affaire trainait sans doute en longueur, car en 1888

une nouvelle réclamation est adressée par M. DURENNE au conseil de Préfecture. Cette fois la différence entre la somme prévue pour les travaux de premier établissement et les dépenses au 31 décembre 1886 s'élève à 231.537 fr. 08. Le directeur de la Compagnie réclamait en outre 2.500 francs de dommages intérêts pour arrérages de comptes reportés d'une année sur l'autre, de 1881 à 1887.

Les intérêts de la Ville furent confiés à M^e ROY, avoué, qui sur la demande du Préfet établit un mémoire contenant les moyens de défense opposés aux prétentions du sieur DURENNE, cahier des charges, traités et « toutes les autres pièces de nature à éclairer la religion du conseil ».

Dans sa séance du 18 mars 1890, le conseil de Préfecture donnant droit à la Ville sur la plupart et les plus importants des points en litige, la condamnait, néanmoins à payer à M. DURENNE:

1° la somme de 36.151 fr. 13, avec les intérêts à 5 %, à partir du 5 juillet 1888 pour le solde des comptes d'exploitation des années 1881 à 1887;

2° la somme de 10.500 francs, avec intérêts du jour de la fourniture pour la fontaine monumentale.

Pour les travaux supplémentaires exécutés après et en dehors du traité une expertise fut déclarée nécessaire. M. DURENNE, mécontent de ce jugement, en interjetait appel devant le conseil d'Etat par exploit du 9 mai 1890 et demandait que la Ville fut condamnée à lui payer la somme globale de 337.541 fr. 77.

Tous ces litiges n'étaient pas sans nuire au bon fonctionnement du Service des eaux. Les nouveaux quartiers de la ville réclamaient de l'eau. Des pourparlers furent engagés par la Ville avec le concessionnaire, aux fins d'obtenir un nouveau traité prévoyant l'extension de la concession aux quartiers les plus éloignés du centre de la ville. Les habi-

tants des allées de Forêts adressèrent en effet, le 14 novembre 1890, une pétition au maire M. BOURDON, pour qu'une canalisation d'eau soit installée dans cette avenue

où les propriétaires sont obligés, faute de mieux, de faire les frais d'installation de puits et de pompes sans avoir en définitive une eau irréprochable, au point de vue hygiénique, ni la commodité que procure l'eau de la concession.

En échange de ce nouveau traité qui aurait prolongé la concession pendant 25 ans (jusqu'au 1^{er} janvier 1946). M. DURENNE abandonnait l'instance introduite auprès du conseil d'Etat. Il consentait même, si la Ville le préférait à un rachat transactionnel.

Rachat par la Ville du Service des eaux

Une sous-commission, composée de MM. HENRY et LIMASSET, ingénieurs; M. ROY, avoué de la Ville; MM. ROGÉ et BELLEY, conseillers municipaux, établit au cours de nombreuses conférences, tant à Châlons qu'à Paris, tantôt avec M. DURENNE, tantôt avec M. MAUGERY, les bases du rachat. Le prix forfaitaire fixé d'un commun accord était de 575.000 francs, payable au 1^{er} janvier 1892. Dans le cas où la Ville ne pourrait se libérer à cette date, elle paierait 5 % d'intérêt sur les sommes exigibles. Le rapport de la sous-commission donna lieu à une discussion très longue.

Certains Conseillers étaient opposés à l'exploitation directe du Service des eaux par la Ville. M. DAMEL, leur porte-parole, traduisit ainsi leurs sentiments:

la faculté de rachat est une épée de Damoclès suspendue sur la tête du concessionnaire; en effectuant dès maintenant ce rachat, la Ville supprime un aléa qui est tout à son avantage.

Souci électoral également: la Ville imposerait ainsi une nouvelle charge très lourde aux contribuables. « Il ne faut pas oublier que nous avons à compter avec les électeurs et

qu'en cas de rachat ils pourraient demander l'application des bénéfices réalisés à l'allègement des impôts qu'ils supportent. »

Le rachat ayant été adopté malgré cette opposition, les Commissions des travaux et des finances décidèrent que l'exploitation du Service des eaux serait faite en régie par la Ville. Pour faire face aux dépenses, un emprunt de 650.000 francs, divisé en 1.300 obligations de 500 francs chacune, remboursables en 30 années, de 1892 à 1921, fut émis.

Une partie de la somme fut réservée pour l'exécution de travaux complémentaires urgents, tels que pose de compteurs chez les abonnés qui gaspillent l'eau, installation éventuelle de pompes et générateurs, prolongation des galeries, etc... Signalons en passant que le produit des abonnements s'élevait alors à 30.000 francs. M. MARCHAL, ingénieur, ancien élève de l'Ecole des Arts et Métiers, dont la Ville venait de s'assurer le concours en qualité de Directeur des Travaux, s'occupa d'apporter quelques améliorations urgentes dans le Service des eaux. Il fit acheter un compteur SCHMID, pour vérifier la dépense de combustible, un manomètre enregistreur de pression pour les chaudières. La surélévation de la cheminée de l'usine dominée par la falaise crayeuse, s'imposait également, car avec les vents du Sud et du Sud-Ouest le tirage était nul. Un nouveau générateur fut installé à l'usine pour permettre le nettoyage et les réparations éventuelles des deux autres. Une autre question primordiale retint l'attention du Directeur des Travaux et de la Commission des eaux.

Prolongement des galeries de captage (1892)

Par suite du colmatage des galeries, le débit était tombé de 35 litres à la seconde à 22 litres. Le nombre des abonnés avait augmenté rapidement: pendant le mois de juillet

1891, l'usine avait fourni une moyenne de 2.287 m³. Pour permettre à l'eau d'arriver, les machines étaient arrêtées trois fois par jour.

M. MONCÉ, rapporteur de la Commission concluait à la nécessité de poursuivre sur une longueur d'environ 21 mètres, la galerie de captage existante en se dirigeant vers la Marne. A la rigueur, prétendait M. MARCHAL, on pourrait prolonger cette galerie jusqu'à la rivière, en interposant à l'extrémité un filtre artificiel devant lequel on pourrait placer une vanne permettant de disposer ou non des eaux que pourrait laisser passer ce filtre.

Si le Directeur des Travaux ne réalisa tout de même pas ce projet, il semble bien cependant que pendant l'exécution des travaux la distance séparant la Marne de l'extrémité de la galerie fut réduite à 5 mètres tout d'abord et par suite d'éboulements, à 3 m. 75 ou 3 m. 50.

Pour rassurer les habitants inquiets de voir diminuer la filtration de l'eau de la Marne, le résultat de l'analyse des eaux fut inséré dans la presse locale.

Un crédit de 8.000 francs avait été ouvert pour ces travaux; dans l'esprit de la Commission des travaux, ils ne représentaient qu'une solution d'attente permettant l'étude d'un projet de captage d'une plus grande envergure.

Projet Vernier

Un architecte, M. VERNIER, considérant que le service actuel des eaux avait été reconnu insuffisant 6 ans après son achèvement, émettait l'idée d'abandonner le système des galeries filtrantes vouées dans un laps de temps plus ou moins long à un colmatage progressif. Il proposait de capter pour les besoins de la Ville des sources situées au sud-ouest de Châlons et d'amener leurs eaux dans les réservoirs construits sur le Mont Saint-Michel.

Deux groupes de sources pouvaient être captées ensemble ou séparément selon les besoins; les sources de la Soude, affluent de la Somme, peu ou pas engagées dans l'industrie et capables de fournir en été 6.000 m³ d'eau; et non loin de là, la source du Popelet et les sources du Mont, affluent de la Somme débitant ensemble en période de sécheresse 6.000 m³ d'eau; 21 kilomètres d'aqueduc dans le premier cas, 32 dans le second étaient nécessaires.

Ces sources étaient peu engagées dans l'industrie et ne servaient pas aux irrigations.

Au surplus, M. VERNIER vantait dans son rapport l'excellente qualité des eaux venant directement du substratum de craie et rappelait que BELGRAND avait proposé en 1854 la déviation des sources de la Somme-Soude pour alimenter Paris. Le résultat des analyses faites par M. Henry DEVILLE figurait dans le projet.

	Sources de la Somme à Sommesous	Source du Mont affluent de la Somme	Source de la Soude à Bussy-Lettrée
Carbonate de chaux..	0,100	0,106	0,086
Chlorure de calcium..	0,040	0,020	0,032
Silice, alumine, oxyde de fer	traces sensibles	»	»
Matières organiques .	pas de traces	traces à peine sensibles	traces à peine sensibles
Total par litre. ...	0,140 g.	0,126 g.	0,118 g.

450.000 francs étaient nécessaires pour couvrir les dépenses de premier établissement; la dépense annuelle s'élevait à 68.808 fr. 46 et le prix du mètre cube d'eau à 0 fr. 34272.

En regard de ces frais, M. VERNIER mettait en valeur la sécurité des villes alimentées par des sources.

Le Conseil municipal à qui M. VERNIER avait soumis son

projet décida que les Commissions municipale et extra-municipale des eaux ainsi que la Commission des finances, étudieraient la proposition de l'auteur [57].

La Commission constata aux sources de Bussy, un rendement de 46 litres par seconde, qui baissait à 40 litres au moment de l'étiage le plus bas. Au moment où la Commission allait se rendre aux sources de Villeseneux, le Maire de cette dernière commune avertit par lettre, M. BOURDON, maire de Châlons, que personne de sa commune ne fournirait le moindre renseignement. Ce n'était que le début. Au mois d'octobre 1892, les ingénieurs du service hydraulique se rendirent aux différentes sources afin d'en étudier le débit et le niveau d'émergence.

Dès que les populations rurales entendirent parler de ces questions, dès qu'elles virent les agents de la Ville se livrer à diverses opérations sur les terrains, elles manifestèrent ouvertement une opposition unanime violente d'un côté, plus courtoise ailleurs, mais partout également caractérisée.

Le Maire de Châlons demanda l'autorisation de pénétrer dans les propriétés privées pour poursuivre les études entreprises.

Malgré les arrêtés préfectoraux intervenus l'hostilité des populations continua en s'accroissant de plus en plus. A Villeseneux, tous les ouvrages établis pour vérifier le débit des sources étaient démolis quelques heures après leur construction [47].

Protestations des Conseillers généraux des cantons, ce qui incita le Préfet à déléguer des ingénieurs du service hydraulique pour les renseigner.

On s'aperçut alors qu'il faudrait avoir recours à l'expropriation des terrains communaux, que les sources du Mont étaient à 6 mètres plus bas que celles de Bussy, contrairement à ce que prétendait M. VERNIER, qui, les supposait à un niveau assez élevé pour qu'elles puissent couler par la

simple pente jusqu'à l'aqueduc destiné à amener les sources de Bussy à Châlons.

Les délégués ne purent faire aucune constatation sur les lieux: tout avait été saboté.

Un nombreux public hostile, venu de toutes les communes traversées par la Somme Soude, se trouvait là, malgré la pluie battante [47].

On se rendit à la mairie de Villeseneux pour recevoir les déclarations des intéressés. Malgré les explications fournies par l'Ingénieur en chef, trois protestations collectives furent dressées: la première par les Maires présents de toutes les communes traversées par la Somme-Soude, entre Clamanges et Jâlons; la seconde par les usiniers; la troisième par les propriétaires riverains des cours d'eaux.

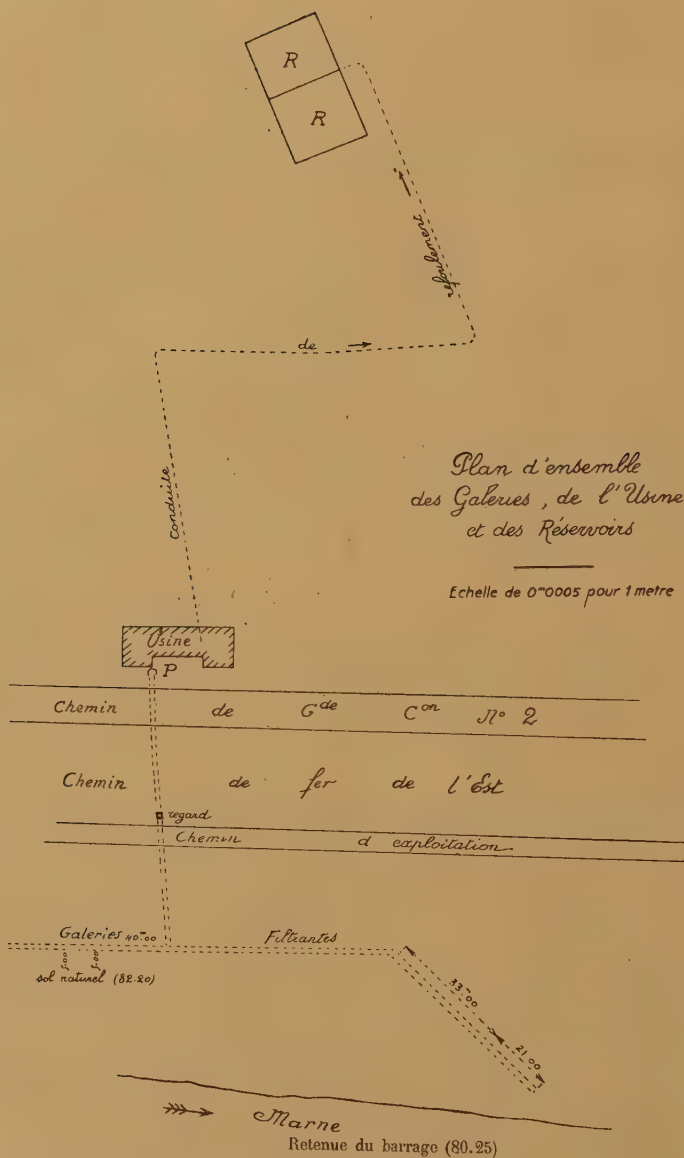
A Bussy-Lettrée, même hostilité et mêmes protestations. La ville de Châlons, concluait M. LIMASSET, ingénieur ordinaire,

doit comprendre que dans ces conditions, l'administration supérieure ne pourrait pas, pour le moment, l'aider à poursuivre l'exécution d'un projet qui jette un si grand trouble parmi les populations intéressées, tant qu'il ne sera pas démontré que la Ville ne peut pas se procurer de l'eau potable par d'autres moyens qui ne jettent aucune perturbation dans le statu quo [47].

Le Conseil municipal décida, donc d'abandonner pour le moment, les études commencées pour l'adduction des sources de Bussy et du Mont, afin de rendre le calme aux populations intéressées.

De 1893 à 1895, le Service des eaux bénéficia de quelques améliorations telles que l'installation d'une pompe Salmson débitant 200 m³ à l'heure, l'augmentation de diamètre des conduites, des bouches d'incendie, l'achat et la pose de compteurs pour éviter le gaspillage de l'eau.

Malgré cette sage précaution, l'horizon restait toujours sombre; de tous les points de la ville on réclamait des cana-



Plan dressé en 1895,

lisations; en 1893, le chiffre des abonnements était de 700 et la consommation quotidienne s'était élevée à 3.500 m³ pendant plusieurs jours. Il fallut même suspendre pendant quelques jours le service de distribution de 20 heures du soir à 4 heures du matin.

Prolongement des galeries de captage (1895)

C'est pourquoi, en 1895, sur la proposition de M. MONCÉ, rapporteur, le Conseil ouvrait au budget un crédit de 15.000 frs. pour établir parallèlement à la Marne une nouvelle galerie et autorisait le Maire à acquérir, au mieux des intérêts de la Ville, 150 ares de terrains situés au-dessus des galeries anciennes.

Au cours de la discussion de ce projet, des Conseillers avaient présenté une proposition de M. MAITRE, ingénieur à Châlons, qui se faisait fort d'obtenir avec un puits foré de 150 à 200 mètres, de l'eau pour 50.000 habitants.

Mais devant l'incertitude du débit et l'imminence de la pénurie d'eau, le projet avait été écarté.

Des sondages montrèrent que la couche de gravier se terminait à 70 mètres en amont de la galerie existante et se maintenait à environ 1 m. 60 d'épaisseur. Le Directeur des Travaux proposait de prolonger la galerie sur une longueur de 40 mètres environ et prévoyait une partie transversale de 10 mètres perpendiculaire à la galerie principale en son milieu et se dirigeant du côté de la rivière. D'autres tronçons, plus courts, également perpendiculaires, en pattes d'araignées, seraient établis aux points où l'arrivée d'eau serait la plus importante. Le radier de la nouvelle galerie, maçonné à sec, devait être construit horizontalement et à 100 m. en contrebas de celui de la galerie existante.

Le cahier des charges prévoyait une largeur de 0 m. 80 et une hauteur de 1 m. 80, avec voûte en plein cintre.

Le projet ayant reçu l'approbation préfectorale, M. BLASON, entrepreneur, fut déclaré adjudicataire. Les épuisements furent confiés à M. NOEL, ingénieur constructeur à Châlons. L'exécution des travaux fut ajournée pendant quelques mois, conformément à l'avis de la Commission des Eaux, à la suite des propositions adressées par M. MAITRE, ingénieur à Châlons. Celui-ci prétendait augmenter le débit des galeries existantes en réalisant à l'intérieur le vide et en aspirant ainsi l'eau de la Marne.

L'autorisation lui ayant été accordée de mettre son procédé en application, M. MAITRE procéda à des essais, mais les résultats qu'il obtint ne furent pas concluants.

Devant cet échec, les travaux de terrassement de la galerie furent commencés au mois de septembre 1895. A partir du 28 octobre, l'eau envahissait la fouille par infiltration et la pompe dut marcher jour et nuit pour permettre aux ouvriers de poursuivre leur tâche. Des galeries transversales furent établies aux points où les infiltrations se manifestaient plus particulièrement.

Les remblais furent terminés à la fin du mois de décembre.

Des essais de rendement donnèrent un débit qui passa bientôt de 9 litres à 14 litres par seconde. De nouveaux épuisements poursuivis pendant la crue de la Marne accusèrent un débit de 20 litres par seconde. Enfin, lorsque la nouvelle galerie fut réunie à l'ancienne, le rendement total fut de 47 litres par seconde, dont 17 venant de la nouvelle galerie.

M. MARCHAL avait pensé tout d'abord que l'eau provenait de la Marne par infiltration à travers des couches de graviers. Il revint sur cette première impression; d'après lui, en effet, les eaux émergent de plusieurs failles existant dans la couche de crayon. Le débit n'a d'ailleurs fait qu'augmenter à mesure du creusement des fouilles dans le bloc de craie

compact. L'analyse chimique de l'eau prélevée pendant l'exécution des travaux fut effectuée au laboratoire départemental à Châlons, et donna les résultats suivants:

Degré hydrotimétrique total	19°	
Matières organiques exprimées en acide oxalique	12,60 mg.	par litre
— en oxygène pris au perman-		
ganate de potasse	1,60	—
Acide nitrique	2,56	—
Chlore	quantité à peine sensible	
Acide sulfurique	quantité à peine sensible	

Néanmoins, les espérances que l'on avait fondées sur le prolongement de la galerie filtrante étaient déçues. Pour essayer d'augmenter le débit, le Directeur des Travaux fit effectuer 6 sondages, dont 4 à deux mètres de profondeur et 2 à 4 mètres au-dessous du radier des nouvelles galeries.

Les expériences de débit pratiquées sur les forages de 4 mètres montrèrent qu'il existait une nappe d'eau souterraine assez considérable mais n'émergeant pas au-dessus de la cote 73,50. Ces essais terminés, M. MARCHAL rendait compte au Conseil de l'exécution des travaux et terminait son rapport en disant que le rendement supplémentaire de 17 litres par seconde « ne paraît pas suffire encore. Il faudra encore l'augmenter » [48].

Inutile de dire que cet aveu fut vertement relevé par M. MAITRE qui, dans un article paru à cette époque dans un journal local, critiqua violemment la Municipalité de n'avoir pas envisagé d'autres moyens de captage, allant même jusqu'à mettre en doute l'exactitude des chiffres de débit fournis par le Directeur des Travaux. Il terminait en critiquant l'opinion de M. MARCHAL sur le régime des eaux dans la craie, rejetant l'idée de nappe d'eau dans la Champagne, relevant les erreurs que le Directeur des Travaux avait commises et reprochant au Conseil municipal de n'a-

voir pas fait appel, pour la solution de ces questions, à des spécialistes.

Tout compte fait, la Ville n'obtenait pas avec les galeries prolongées un débit suffisant pour assurer dans les meilleures conditions le Service des eaux et il fallut bien envisager la recherche de nouvelles sources d'eaux.

La nouvelle galerie est à peine terminée que déjà on parle d'en faire une autre, disait ironiquement un Conseiller municipal; pour peu que cela continue, nous irons jusqu'à Compertrix ou Coolus. Nous avons dépensé 15.000 francs et il va falloir recommencer [48].

Le Conseil municipal décida donc, cette fois de faire appel au concours d'hommes compétents et d'ingénieurs hydrauliciens, en vue de rechercher les procédés nouveaux de nature à procurer le plus économiquement possible de l'eau à la Ville. Les renseignements sur l'installation existante furent fournis à 17 ingénieurs; 6 répondirent.

M. Charles MAITRE, ingénieur à Châlons, proposait l'adduction des eaux provenant de la craie au moyen d'une série de forages établis sur une ligne droite parallèle à la Marne et à une distance de la berge d'environ 10 mètres, ou l'augmentation de débit des galeries par l'emploi d'un procédé pneumatique.

Les autres solutions préconisées consistaient soit en des forages destinés à recueillir l'eau de la nappe souterraine de la craie à Micraster, soit en des puits artésiens (profondeur probable: 300 à 400 mètres), soit dans l'emploi de l'eau de la Marne filtrée.

Certains ingénieurs pensaient même que l'eau des sables verts pourrait s'élever à 119 m. 65, soit à 9 m. 65 plus haut que le trop-plein du réservoir.

De 1896 à 1900, l'évolution de la question des eaux ne fut marquée que par l'augmentation du diamètre des canalisations, la création de branchements nouveaux consécutive à l'extension du réseau de distribution et l'augmentation

du nombre des bornes-fontaines incongelables et des bouches d'arrosage.

Mais, dans le courant de 1900, la pénurie d'eau menace de nouveau la Ville; des plaintes furent adressées à la Municipalité.

Le 16 juillet 1900, il y avait à peine 0 m. 20 d'eau dans les réservoirs à 3 heures du soir et il fallut arrêter le service de 9 heures du soir à 3 heures du matin.

Les études, adressées en 1896 par les ingénieurs hydrauliciens, furent de nouveau examinées par une commission spéciale composée de MM. MONET, ingénieur en chef du département, le Colonel COMTE, directeur du génie, ROUSSEL, adjoint, président de la Commission municipale des travaux et des eaux, VALLÉE, MORIAMÉ, CHARLES et LEMONNIER. Une reconnaissance du niveau des eaux dans les puits de la côte de Troyes et de Compertrix fut faite.

Forage d'un puits d'essai chemin bas de Compertrix (1901)

Abandonnant la captation par galeries filtrantes ou par puits multiples réunis à une galerie collective, et construits au voisinage de la rivière, le Conseil municipal décidait l'établissement d'un puits d'essai de 18 mètres de profondeur.

Ce puits, de 2 m. 50 de diamètre à l'orifice, d'une profondeur de 18 m. 00, ne devait plus avoir que 2 mètres de diamètre à la partie inférieure. Il fut creusé dans la craie à 450 mètres en amont de l'usine, dans la propriété de M. JACQUEMIN, contiguë au chemin de grande communication N° 2 de Châlons à Brienne, sise sur le territoire de Compertrix; il devait être relié à l'usine; une crépine d'aspiration et la canalisation d'amenée nécessaire étaient prévues [21].

L'adjudication des travaux fut enlevée par M. CHAILLOT, entrepreneur à Châlons, et les épaissements confiés à M. NOEL, mécanicien dans la même ville.

Commencé en septembre 1901, le creusement du puits fut arrêté le 11 octobre en raison de la crue de la Marne. Sa profondeur était de 11 m. 10, son débit de 6 à 7 litres par seconde. Les travaux ne reprirent qu'en 1902, avec le concours d'un autre entrepreneur châlonnais, M. GEOFFRE, M. CHAILLOT ayant refusé de continuer dans les mêmes conditions.

Le creusement s'avéra bientôt excessivement difficile et très coûteux. Le puits avait alors atteint 12 m. 80 de profondeur et son débit était de 15,1 litres par seconde, lorsque M. ROUSSEL, adjoint au Maire, prit la résolution d'arrêter le creusement et d'établir des galeries horizontales dans la craie compacte à 10 mètres de la surface du sol, galeries destinées à recouper les fissures du terrain calcaire. M. REDON, entrepreneur de Mareuil-sur-Ay, spécialiste de ce genre d'ouvrages, se mit au travail dans les premiers jours d'octobre 1902. Pour lui faciliter la tâche, les épuisements furent continués pendant la nuit.

Une première galerie de 2 mètres de hauteur sur 2 mètres de largeur et de 15 mètres de longueur fut établie parallèlement au chemin de Châlons à Brienne, dans la direction Sud, Sud-Est, vers Compertrix, au point où jaillissait une assez forte source. De ce fait, le débit du puits d'essai s'éleva à 20 litres par seconde, soit 1.700 m³ environ en 24 heures. Les sources qui apparaissaient auparavant dans le puits diminuèrent et émergèrent par la suite de l'avancée de la galerie, du côté de Compertrix.

Les premières analyses chimiques effectuées par un professeur de la Faculté des Sciences de Nancy, donnèrent de bons résultats, permettant de classer l'eau du puits d'essai entre la catégorie des eaux pures et celle des eaux potables. L'examen bactériologique n'était pas indispensable, selon ce professeur. Deux échantillons prélevés à la même source de la galerie n° 1 à un mois d'intervalle, fournirent des résultats très

différents et moins concluants. Pour augmenter le débit, une seconde galerie de mêmes dimensions que la première, fut creusée dans la direction Sud-Sud-Ouest, une source émergeant de cette direction dans le puits. Mais il ne semble pas que cette nouvelle tentative ait été couronnée de succès.

Toujours est-il que le Conseil municipal décidait d'arrêter là les recherches. Des échantillons d'eaux furent prélevés par les soins de la Commission des eaux et adressés au laboratoire de Montsouris à Paris. L'analyse révéla la présence de Colibacille, preuve de l'existence d'une contamination superficielle introduite par les fissures des bancs de craie. On avait pensé que le puits d'essai était suffisamment éloigné de la Marne, et de ses infiltrations et ne recueillerait que l'eau de craie; il n'en fut rien. Le niveau de la rivière s'établit dans le puits, indiquant l'existence d'une communication par les fissures de la craie. Ce puits filtrant n'était donc pas suffisamment profond pour recueillir uniquement l'eau venant de la craie. Devant la menace que constituait la facile contamination de ces eaux et les difficultés de les conduire à l'usine, la Commission s'en référant à l'avis des ingénieurs des Ponts et des Mines, préféra abandonner le puits d'essai de Compertrix. 13.754 francs avaient été dépensés en pure perte et le problème restait à résoudre.

Un blâme fut voté à cette occasion au Directeur des Travaux pour la façon cavalière dont il avait conduit les opérations de forage du puits d'essai.

Etablissement d'un puits foré dans la cour de l'usine des eaux (1903-1904)

La Commission des eaux, après avoir examiné les différents moyens de procurer de l'eau potable à la Ville avec le

concours des ingénieurs des Ponts et des Mines, résolut d'établir un puits foré dans la cour de l'usine des eaux. Pour éviter toute surprise, le Service des eaux fut chargé d'établir un cahier des charges et un devis. Un faux-puits étanche de 1 m. 50 de diamètre intérieur et de 8 m. 50 de profondeur ou plus, avec parois de 0 m. 40 d'épaisseur en béton de ciment, devait être construit. Un tube étanche en fer de 0 m. 40 de diamètre intérieur avec saillie de 1 mètre sur le fonds du puits lui faisait suite sur une profondeur de 7 mètres. Le forage serait exécuté ensuite avec un diamètre de 0 m. 40 jusqu'à 60 mètres et éventuellement jusqu'à 120 mètres et au-delà si c'était nécessaire, l'administration se réservant la faculté d'arrêter le creusement du puits dans cette deuxième partie (si le débit lui paraissait suffisant) à n'importe quelle profondeur ou de le faire pousser jusqu'à ce que le débit soit convenable. À la partie inférieure du puits, une tubulure avec brides d'attente devait être prévue pour faciliter, en cas de succès, le raccordement par un siphon au puits de l'usine. L'épuisement des nappes d'eaux rencontrées serait effectué pour se rendre compte de leur débit. Le Docteur IMBEAUX, ingénieur en chef du Service des eaux de la Ville de Nancy, à la suite d'une visite faite à l'usine des eaux, en compagnie du Maire, de M. MARCHAL et de M. MONET, ingénieur en chef du département de la Marne, avait conseillé de faire appel aux « nappes de la craie ». Ces « nappes », il pensait qu'elles existaient à différents étages: tout d'abord à la base du sénonien, dont l'épaisseur, en Champagne, a été réduite à 30 ou 40 mètres par l'érosion puis dans le turonien (50 à 70 mètres de puissance) dont la couche inférieure, constituée par des marnes à Ostracées, renferme une nappe importante, plus bas encore dans la craie glauconieuse du cénomanien et dans les sables verts. Tout en faisant des réserves sur les résultats, le Docteur IMBEAUX conseillait d'aller jusqu'aux marnes à Ostracées afin d'obtenir

des renseignements sur les nappes du sénonien et du turonien et d'isoler le groupe des nappes superficielles.

Le montant total de ces travaux fut estimé à 15.500 frs. L'exécution en fut confiée, après une adjudication restreinte entre spécialistes, à l'entreprise LEFÈVRE frères, de Quievrechain (Nord).

Le 15 janvier 1904, le forage atteignait la profondeur de 30 mètres, y compris le faux-puits; le 23 janvier, 69 mètres. Une fissure avait été rencontrée à 29 mètres; le niveau de l'eau se maintenait à 5 mètres au-dessous du sol et le débit horaire s'élevait à 46,8 mètres cubes, soit environ 1.100 mètres cubes pour 24 heures.

MM. IMBEAUX et VILLAIN consultés, conseillèrent de poursuivre le forage jusqu'à la base du banc de craie tendre, d'isoler la partie supérieure du tubage pour obtenir la certitude de ne pomper que l'eau des couches profondes et de dégager les fissures par des épuisements continus. Le 6 février 1904, l'entrepreneur arrivait à 92 m. 50 de profondeur, y compris le faux-puits, et la Municipalité décidait d'arrêter provisoirement le forage pour calfeutrer le faux-puits, de rendre étanche la partie supérieure du forage et d'étudier le débit.

Les essais de rendement effectués le 13 avril accusèrent un débit de 1780 mètres cubes par 24 heures, la pompe étant placée à 3 mètres de profondeur et marchant à 60 coups par minute. La « nappe d'eau », pensait-on, devait exister entre 70 et 80 mètres de profondeur. M. IMBEAUX encouragea M. MARCHAL à poursuivre l'approfondissement du puits: pour lui, l'arrivée d'eau à 30 mètres de profondeur correspondait bien à la base du sénonien, et au cours du forage on avait dû traverser, vers 40 ou 50 mètres, une couche imperméable. Après le turonien révélé par la découverte de silex, on devait rencontrer les marnes banchâtres puis la zone à *Inoceramus labiatus* et encore un peu plus bas les marnes

blanchâtres à Ostracées, au-dessus du cénomanien, sûrement imperméables où l'on devrait s'arrêter. Le forage fut, par conséquent, poursuivi dans la craie blanche friable. Vers 121 m. 50, la craie était moins blanche, légèrement bleuâtre. On approchait donc de la zone à *Inoceramus labiatus* base du turonien, et c'est à ce niveau que l'on devait rencontrer une nouvelle nappe. Le terrain s'avéra bientôt plus dur. Les échantillons légèrement bleuâtres prélevés entre 135 et 137 m. 50, dans une zone très dure, montrèrent que l'on se trouvait soit dans les marnes à Ostracées, soit dans celles à *Inoceramus labiatus*. Le niveau de l'eau ne varia cependant pas, malgré l'approfondissement et les épuisements nouveaux permirent de conclure que l'on n'avait rien gagné dans cette opération. Ce résultat confirmait les théories de la fissuration. La réalisation de ce projet mettait à la disposition de la Ville un volume total de 5.332 m³ d'eau. Il fut question à ce moment d'entreprendre immédiatement le forage d'un second puits, mais l'appoint apporté par le puits foré nécessita des améliorations dans l'installation technique de l'usine, améliorations qui absorbèrent les crédits prévus à ce chapitre. Un siphon fut établi entre le puits foré et le puits des galeries pour amener l'eau du second puits dans le premier et une pompe Weise, élevant 200 m³ à l'heure, puisa l'eau dans le nouveau puits. Un peu plus tard, M. MARCHAL fit faire un joint étanche sur le tuyau d'aspiration à l'endroit où il pénétrait dans le tubage du forage, et obtint ainsi par une diminution de la pression, un rendement de 2.000 m³ pour le seul puits foré. Il ne suffisait pas à la Ville de mettre de l'eau à la disposition des habitants: il fallait en régler l'emploi. En 1905, à côté de 158 abonnés au compteur, il y avait 1.046 abonnés à robinet libre. Aussi le gaspillage était-il la règle et se traduisait-il, en fin d'année 1904, par un total de 346.000 m³ impayés.

Au mois d'août 1905, il y eut même pénurie d'eau pen-

dant 2 jours et l'on fut obligé d'en suspendre la distribution pendant la soirée et la nuit pour pouvoir remplir le réservoir. Le Conseil municipal décida de rendre les compteurs obligatoires pour que la Ville ne fût pas entraînée dans l'établissement de nouvelles captations.

Depuis la fondation de l'usine, la Ville n'avait à sa disposition qu'un seul réservoir d'une contenance de 2.200 m³. Pour se ménager une réserve d'eau suffisante, le maire, M. DAMEL, engagea une procédure d'expropriation pour acquérir des terrains situés sur le mont Saint-Michel et construire un second réservoir surélevé de 5.000 m³ de capacité, divisé en deux compartiments.

Ce nouveau réservoir, terminé en 1908, fut relié aux pompes par une conduite spéciale de refoulement.

Etablissement d'un second puits foré à l'usine des eaux (1911-1912)

L'accroissement sensible de la population châlonnaise et la construction de nouveaux quartiers remirent la question des eaux à l'ordre du jour. Sous l'impulsion de M. BERNARD, successeur de M. DAMEL dans la direction des affaires municipales, la Commission des eaux envisagea la possibilité d'augmenter les disponibilités en eau potable de la Ville en tablant sur un volume de 200 litres par tête d'habitant et par jour. Une première solution consistait à prolonger les galeries filtrantes. Elle fut rejetée non seulement à cause du prix de revient élevé comparativement au débit, mais encore parce que les grandes crues de la Marne, en 1910, avaient totalement submergé les terrains de captage et, que seuls, des puits forés pouvaient écarter tous risques de contamination.

L'expérience tentée en 1903-04 ayant été couronnée de succès, on jugea préférable de forer un second puits, suivant

les mêmes directives, mais d'un diamètre un peu plus élevé (0 m. 80).

Le Docteur IMBEAUX, à qui M. MARCHAL demanda son avis, conseillait de tenter l'expérience à 130 ou 150 mètres du premier forage et de descendre à la même profondeur. Dans le cas où le débit voulu ne serait pas atteint, on aurait recours à un troisième puits plus éloigné.

Conformément à la circulaire du Ministre de l'Intérieur du 10 décembre 1900, le dossier complet du projet fut communiqué à M. MARTEL, ingénieur-géologue, qui se rendit, le 4 août 1911 à Châlons pour étudier sur place l'emplacement du forage.

Peu de temps après il adressait son rapport au Préfet.

Au point de vue hygiénique, disait-il, le seul que j'aie à considérer dans le présent avis, je n'ai point trouvé sur place d'objection en ce qui touche les causes éventuelles de contamination grave. A la profondeur de plus ou moins 140 mètres que l'on compte atteindre, on peut compter que l'eau des fissures aquifères de la craie sera suffisamment épurée par les colmatages naturels de ces fissures [32].

M. MARTEL introduisait cependant dans son rapport quelques réserves:

a) rendre le forage étanche jusqu'à une profondeur suffisante;

b) acquérir en pleine propriété et transformer en périmètre de protection défendu à l'accès public les terrains incultes qui s'étendent au Nord-Ouest et à l'Ouest du forage;

c) effectuer en permanence tous les quinze jours ou au moins tous les mois l'analyse bactériologique et chimique des eaux, de façon à étudier un autre mode d'alimentation ou à épurer ces eaux le jour où l'analyse viendrait à révéler une teneur notable en bactéries suspectes.

Il indiquait également combien la rencontre de l'eau par des forages dans la craie blanche était aléatoire:

car il n'y a point, malgré toutes les opinions contraires encore professées, de véritables nappes d'eau continues dans cette roche. Il arrive

parfois que le sondage est effectué dans la roche compacte et ne rencontre aucune fissure. Ainsi surviennent les échecs comme celui de 1901. Dans le réseau souterrain de la craie on peut avoir la chance que le second forage tombe sur des fissures aquifères indépendantes de celles du premier forage. Mais il se peut aussi que l'on recoupe des ramifications d'un même réseau anastomosé, ce qui ne produirait aucun complément d'eau appréciable à la pompe. C'est une chance à courir comme dans toutes les recherches en ces terrains [30].

Enfin M. MARTEL préconisait pour l'avenir trois modes éventuels d'alimentation en eau potable de la Ville de Châlons [30]:

a) puits artésien;

b) recherche et captage en travers de la vallée de la Marne de la nappe d'eau des alluvions au moyen de tranchées perpendiculaires au cours de la Marne, établies entre Coolus et Sarry;

c) filtration et épuration d'eau de Marne prélevée en amont de Châlons.

Le Préfet ayant approuvé le projet sous réserve que l'on tiendrait compte des observations de M. MARTEL, un appel fut adressé à différents entrepreneurs. M. BREGI fut déclaré adjudicataire et les travaux de sondage commencèrent le 17 novembre. Un faux puits de 5 m. 40 ayant été creusé, un forage de 0 m. 80 fut poussé jusqu'à la cote 22,10; on y descendit un tube en tôle d'acier. Dans l'espace annulaire du mortier de ciment fut coulé. Le forage fut ensuite continué avec un diamètre de 0 m. 60.

De la surface du sol à une profondeur de 50 mètres, les ouvriers ne rencontrèrent que la craie blanche, compacte, parfois légèrement grisâtre ou jaunâtre. De la cote 54 à la cote 80,50, les échantillons de terrains recueillis étaient constitués par de la craie bleuâtre plus ou moins accentuée comme teinte et toujours très dure, renfermant parfois des silex enrobés de carbonate de chaux, comme on en rencontre souvent dans la craie turonienne et sénonienne.

M. IMBEAUX conseilla à M. MERLIN, chef du Service des eaux, de poursuivre le forage jusqu'aux marnes à Ostracées, afin d'avoir l'eau de la base du turonien.

Jusqu'à la cote 112,75 on ne rencontra encore que la craie blanche ou blanchâtre, tantôt dure, tantôt tendre. Bien que n'ayant pas atteint les marnes à Ostracées, le forage fut arrêté, car il semblait bien, d'après l'expérience de 1904, que l'on n'avait pas obtenu une augmentation de débit au-dessous de la cote 110. Pour plus de sécurité un trou de sonde de 0 m. 22 de diamètre fut percé, mais au bout de 6 m. 90, il fallut suspendre le travail à cause de la dureté du terrain. La construction du faux puits mit à jour plusieurs fissures d'un débit assez important, qui nécessitèrent l'emploi de ciment à prise rapide. Les essais d'épuisement et de rendement furent poursuivis pendant une semaine, mais sans continuité. L'eau se maintint entre 21 et 25 mètres en contrebas du sol; le débit maximum obtenu fut de 25 mètres cubes par heures. La température de l'eau était de 12°. Evidemment le résultat était loin de répondre aux espérances.

mais en manière de puits artésiens il faut prendre ce qu'on trouve et non ce qu'on désire.

Le pompage fut continué afin de désobstruer les fissures. L'eau, trouble au début, finit par devenir claire. Aucune perturbation ne fut enregistrée dans le fonctionnement du premier forage. L'analyse de l'eau du nouveau puits fut effectuée dans les laboratoires de la ville de Reims. Les résultats indiquèrent pour l'analyse chimique: eau très limpide, eau potable et pour l'analyse bactériologique, eau bactériologiquement pure.

Sur les conseils du docteur IMBEAUX, l'éventualité du forage d'un troisième puits avait été un moment envisagée par le Conseil municipal, mais une grande partie des crédits votés, tant pour le puits que pour l'achat de terrains avois-

nant l'usine avait été dépensée, et il fallut surseoir à l'exécution de ce projet. En 1913, la Ville de Châlons avait donc à sa disposition, par jour: 5.800 m³ d'eau (soit 165 litres par habitant), dont l'origine était la suivante:

Galleries de captage	3.500 m ³
Premier puits foré	1.700 m ³
Deuxième puits foré	600 m ³

La consommation maxima constatée s'était élevée à 5.224 m³.

Pendant la guerre, avec l'énorme majoration de la population et le passage continu de troupes, cette quantité d'eau s'avéra nettement insuffisante. D'autre part, de nombreux cas de fièvre typhoïde furent enregistrés à cette époque dans la Ville. Envoyé en mission spéciale à Châlons, M. MARTEL constata que les avis qu'il avait émis dans son rapport géologique de 1911 n'avaient pas été suivis d'exécution : le périmètre de protection du deuxième puits foré n'avait pas été réalisé. Les eaux provenant des galeries étaient toujours mélangées aux eaux d'origine crayeuse. L'Intendance avait transformé les champs avoisinant les réservoirs en parcs à bestiaux. Les abords du deuxième forage et des réservoirs situés sur le plateau du Mont Saint-Michel avaient servi de latrines. Le réservoir dernièrement construit servait de poste d'observation contre les attaques aériennes. Sans vouloir établir une relation de cause à effet entre cet état des lieux et l'apparition de nombreux cas de fièvre typhoïde dans la Ville, M. MARTEL estimait que cette relation avait pu exister et concluait qu'il fallait exiger la suppression rapide de ce « véritable danger public ». Il indiquait en outre les différentes mesures qu'il y avait lieu de prendre pour assainir le sol. Au cas où le résultat de l'analyse bactériologique serait défavorable, il faudrait:

imposer à la Ville de Châlons un procédé quelconque de stérilisation

ou d'épuration efficace, jusqu'à ce qu'elle ait résolu de façon satisfaisante le problème de son alimentation en eau potable [28].

Au mois d'avril 1915, M. LEMAIRE, alors directeur du Service des eaux dut suspendre l'arrosage des rues, en raison de la baisse d'eau dans les puits où les pompes Weise et Dubuc aspiraient. Malgré les observations adressées aux autorités militaires, l'eau était gaspillée par les soldats qui négligeaient de refermer les bouches d'arrosage après s'en être servis.

Pendant l'hiver 1915, les résultats des analyses pratiquées par les soins de l'armée furent si défavorables que le Général Directeur des Etapes et Services, informait le général DIEUDONNÉ, commandant d'armes de Châlons qu'il importait que des mesures immédiates fussent prises et que l'on procédât sans délai, à la stérilisation des eaux de la Ville. La galerie, dite filtrante, expliquait-il, reçoit en temps normal des eaux de Marne à peine préfiltrées. Par suite de la crue, l'introduction directe de l'eau de la Marne est plus abondante et la contamination certaine.

Les analyses le prouvaient:

Date du prélèvement	Lieu du prélèvement	Bacilles coli par litre	germes par cc.
9 décembre	laboratoire	100	2.450
12 décembre	laboratoire	200	4.300
13 décembre	usine de Compertrix	4.000	numération
13 décembre	laboratoire	4.000	non
15 décembre	laboratoire	200	terminée

La question semble-t-il en resta là, mais en 1916, une nouvelle période de chaleur exceptionnelle causa une diminution du débit des puits. Des nouveaux travaux que nous allons maintenant examiner, furent alors réalisés.

**Prolongement des galeries de captage
effectué en 1917 par les soins de l'autorité militaire**

Le Maire s'était mis en rapport avec le lieutenant-colonel BOISNIER, chef du Service des eaux de la IV^e armée. Ce dernier fit tout d'abord relever le barrage pour élever le niveau de l'eau dans les galeries, puis réprima le gaspillage.

Ces mesures permirent d'assurer la distribution de l'eau dans la ville et même d'emmagasiner une certaine réserve.

Pour augmenter les ressources en eau potable, diverses solutions furent envisagées parmi lesquelles l'installation d'une nouvelle usine. L'heure n'était malheureusement pas favorable et le Conseil municipal décida de prolonger les galeries de captage et de s'adresser à un sourcier qui indiquerait les endroits à sonder :

Je ne vois aucun inconvénient, répondit le colonel BOISNIER à ce que la Ville consulte un sourcier, voire même un sorcier, et s'entoure de leurs lumières. Je crois d'ailleurs que dans la vallée de la Marne il ne sera pas difficile à ces empiriques de trouver de l'eau ; il y en a à foison. La seule difficulté c'est de l'avoir de bonne qualité [49].

Il proposait de placer des tuyaux de drainage dans des tranchées creusées le long de la rive de la Marne et mettait à la disposition de la Ville, la main-d'œuvre militaire, moyennant une part contributive de 5.000 francs. L'accord ne se fit pas immédiatement entre le colonel BOISNIER et le Directeur des Travaux de la Ville, au sujet du montant du devis. Un moment même on envisagea la possibilité d'établir un puits en aval des galeries existantes, à proximité de l'ancien barrage. Finalement le premier projet de l'autorité militaire prévalut et c'est lui qui fut réalisé dans les conditions suivantes. Une tranchée de 149,50 mètres fut creusée entre la Marne et la ligne du chemin de fer de l'Est.

Deux tuyaux en ciment de Portland de 0 m. 40 de diamètre, perforés et accolés furent posés au fond de la

fouille; une pente de 0,001 m. par mètre leur fut donnée. Ils furent recouverts d'une couche de gravier de Marne d'un mètre d'épaisseur. Le radier de ces tuyaux de drainage se trouvait à 0 m. 75 plus bas que celui des galeries existantes.

Bien que n'ayant pas de renseignements précis à ce sujet, il semble que la nouvelle expérience tentée par le Service des eaux de l'armée n'ait pas fourni un appoint d'eau considérable; il ne dépassait sans doute pas 720 mètres cubes. Pendant une longue période qui s'étend de 1917 à 1930 la question de l'eau à Châlons ne fut plus soulevée. En 1925, la Ville consent à fournir de l'eau à la Compagnie du chemin de fer de l'Est, sous réserve que la consommation journalière ne dépasserait pas 100 m³.

En 1930, le besoin d'eau se fit de nouveau sentir: le développement de l'hygiène, l'extension de la Ville, la réalisation du programme d'assainissement avaient entraîné une consommation d'eau plus forte d'année en année, ainsi que le montre le tableau suivant:

	consommation annuelle en m ³	consommation journalière maxima en m ³
	—	—
en 1913	1.029.792	4.500
en 1921	1.062.009	4.500
en 1925	1.176.030	4.824
en 1928	1.393.030	4.540
en 1932 plus de	1.860.000	6.000

Pour faire face à ces desiderata, les puits et les galeries pouvaient fournir en période de basses eaux un débit maximum de 5.500 mètres cubes. Il fallait donc prévoir que dans un avenir proche, par suite du colmatage progressif des galeries filtrantes ou d'une période de sécheresse plus

forte ou plus longue, la Ville ne pourrait plus exploiter le Service des eaux d'une façon satisfaisante.

M. GIROD, au nom de la Commission des eaux dépeignait au Conseil municipal, le 16 juin 1930, la gravité de la situation, dans les termes suivants :

Il importe avant tout dans une question aussi grave de ne pas pratiquer la politique de l'autruche. Or, en période d'été nous sommes à la merci d'une trop grande sécheresse et de la panne prolongée du service électrique [50].

Trois solutions pouvaient être envisagées :

1° abaisser le plafond des galeries de captage actuelles et en construire de nouvelles dont le radier futur serait encasté dans le banc de craie à une cote inférieure à celle du radier des galeries existantes ;

2° dans le cas où l'apport d'eau serait trop faible, forer des puits profonds dans la craie ;

3° abandonner l'usine actuelle et capter l'eau dans une autre région aquifère de la ville au moyen de galeries filtrantes.

Un crédit de 10.000 francs fut voté pour étudier la nature des terrains et la profondeur du banc de craie, mais ne fut pas employé.

En dépit de l'incertitude de l'avenir, le Conseil municipal, le 6 octobre 1930, accueillait favorablement la demande de la commune de Compertrix d'être alimentée en eau potable par la Ville de Châlons. Décision paradoxale au premier abord mais qui était guidée en réalité par le désir de laisser à la Ville toute latitude dans la recherche d'eaux potables sur le territoire de cette commune.

Il n'était d'ailleurs plus possible de temporiser, d'adopter une « solution d'attente tout au plus capable de permettre de retarder de quelques années l'inéluctable difficulté... Il

fallait envisager l'avenir, même très lointain, et ne pas hésiter à voir grand » [51].

Le Conseil municipal décidait donc d'ouvrir un programme-concours « entre spécialistes qualifiés de ce genre de recherches et de travaux ». Aux termes de ce concours, les concurrents devaient fournir 10.000 m³ d'eau, soit avec les 5.500 m³ dont la Ville disposait alors, un total de 15.500 m³,

chiffre de nature à couvrir tous besoins même dans l'hypothèse d'un développement considérable des besoins de la Ville, hypothèse que personne ne peut qualifier d'in vraisemblable et en tout cas pour réaliser le plan d'assainissement indispensable tôt ou tard de la Ville [51].

Les concurrents devaient s'efforcer, en outre, de conserver l'usine actuelle et obligatoirement les réservoirs, de façon, si possible, à ne pas être obligé de modifier le réseau de distribution. Les projets devaient comporter l'avis du géologue chargé de la carte géologique de France, un certificat d'analyses chimique et bactériologique de l'eau proposée délivré par le laboratoire du Ministère de la Santé publique, à Paris. Le prix serait forfaitaire et comprendrait absolument tous les aléas, quels qu'ils soient. Les auteurs devaient garantir formellement la quantité d'eau et sa qualité, et s'engager à exécuter leur projet à ces diverses conditions. Les garanties devaient résulter d'épreuves et d'analyses répétées pendant 3 années consécutives et sévèrement contrôlées. Une clause spécifique que le concours est ouvert jusqu'au 1^{er} octobre 1933.

Il est à un seul degré et sera jugé par une Commission de 13 membres comprenant, outre la Municipalité, la Commission et le Directeur des Travaux municipaux et, à titre consultatif, l'Ingénieur en chef du service hydraulique, le Directeur du service d'hygiène de la ville de Reims, le Directeur du service d'hygiène de la ville de Châlons. Cette commission retiendra les meilleurs projets (trois au plus). L'auteur du projet classé premier sera chargé de l'exécution des travaux. Les projets classés deuxième et troisième recevront une prime calculée sur le mon-

tant du projet n° 2, d'après un barème défini au programme. Les travaux font l'objet d'un forfait unique: ils seront en principe réglés en 20 annuités égales, avec intérêts calculés sur le montant du forfait au taux du crédit foncier de France, pour les prêts aux communes [51].

Ajoutons que les projets devaient être susceptibles d'extension, en vue d'une augmentation future du débit, sans modifications de l'installation établie.

Sur quinze concurrents inscrits, 13 furent admis à concourir. Cinq projets seulement furent déposés par trois concurrents. Le jury du concours se réunit le 21 novembre 1933. Etaient présents à cette séance MM. Marc MILLET, maire, président, CHAMPION et CABY, adjoints, PLOUSSARD, RICHON, GIROD, conseillers municipaux, LEMAIRE, directeur du Service des eaux, BRIANCOURT, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Docteur TECHOUEYRES, directeur du Service d'hygiène de la ville de Reims, Docteur ESTOR, inspecteur départemental d'hygiène, Docteur ROSSELIN, directeur du Service d'hygiène de la ville de Châlons. M. MARTEL, géologue officiel pour la région, du service géologique de France, s'était excusé en déclarant s'en remettre à l'avis des ingénieurs du service hydraulique du département de la Marne.

Pour établir son choix, le jury adoptait les bases suivantes:

1° La dépense d'installation ne doit pas jouer à priori. Le projet qui doit être réalisé doit

« servir pendant de très longues années » et « ménager largement tous les besoins de l'avenir beaucoup plus encore que du seul présent, cependant bien critique ».

2° Le prix de revient de l'eau captée doit être le plus bas possible;

3° Les puisages directs en rivière sont considérés comme une solution in extremis.

4° L'extension future des projets doit entrer en ligne de compte.

Après avoir soumis les différents projets à un examen minutieux, le jury du concours fixait son choix sur un projet présenté par la société « Eau et Assainissement », et que nous étudierons en détail. Il nous a semblé intéressant d'exposer auparavant les caractéristiques des 4 autres projets qui, s'ils ne répondaient pas aux clauses du cahier des charges, n'en représentaient pas moins des études d'une incontestable valeur.

Le projet de la Compagnie des Eaux et de l'Ozone consistait à prendre les 15.000 m³ nécessaires dans la Marne même, à traiter cette eau par le sulfate d'alumine, à la faire passer ensuite dans des décanteurs et des filtres lents à sable, puis à l'ozoniser. Exploitation fort coûteuse, qui avait en outre l'inconvénient d'abandonner l'usine actuelle.

La Société Industrielle du Traitement des Liquides par les Gaz, puisait également 10.000 m³ d'eau dans la Marne, l'amenait dans un puisard situé près de l'usine, puis, après traitement par le sulfate d'alumine et filtration rapide, la stérilisait par l'ozone et la refoulait dans les réservoirs actuels. Ce projet, bien que conservant l'usine actuelle, ne fournissait à la Ville que 10.000 m³ d'eau, dont le prix de revient eût d'ailleurs été trop élevé.

La société « Eau et Assainissement » proposait de conserver l'usine actuelle et les 5.500 m³ d'eau qu'elle débitait et de bâtir à côté une usine de filtration capable de traiter 10.000 m³ d'eau brute de la Marne. L'eau aurait été soumise à la javellisation.

Délaissant l'eau de rivière, la Compagnie des Eaux et de l'Ozone proposait dans un second projet, de capter 10.000 mètres cubes d'eau au moyen de 19 puits bétonnés établis dans les alluvions de la rive droite de la Marne.

Par siphonage, les eaux de ces puits, collectées dans un

puisard central, seraient amenées par un siphon noyé sous la Marne, dans un autre puisard, situé sur la rive gauche. Une usine serait établie au droit de l'usine actuelle entre la Marne et le chemin de fer, pour ozoniser cette eau et la refouler dans les réservoirs. L'usine actuelle subsisterait et des groupes à vide seraient installés sur la rive droite pour l'amorçage des siphons.

Ces différentes études ne répondaient donc point aux clauses formulées dans le programme-concours. L'entretien des décanteurs et des filtres, la surveillance de la stérilisation auraient nécessité la création d'emplois nouveaux et augmenté le prix de revient du mètre cube d'eau.

Le jury du concours retint donc finalement un projet de la société « Eau et Assainissement » ; sa réalisation a mis la Ville de Châlons à l'abri de toute disette d'eau pour de nombreuses années.

Projet de la Société « Eau et Assainissement » (1934-35)

Ce projet envisageait de capter 10.000 mètres cubes d'eau dans les alluvions du bassin de la Marne au droit de l'usine des eaux actuelle. Pourquoi s'obstiner, en effet, à chercher l'eau sur la rive gauche dans une bande de terrain de faible étendue, prospectée déjà par des galeries et limitée sur trois côtés par des habitations ? L'eau, recueillie au moyen de puits filtrants forés dans les alluvions, était amenée au moyen d'une canalisation en fonte dans une chambre de jonction. Deux collecteurs siphons traversant la Marne et les lignes du chemin de fer, conduisaient les eaux dans un puisard construit près de l'usine. Avantageux, ce projet l'était : il mettait à la disposition de la Ville 15.500 mètres cubes, dont 5.500 provenant de l'ancienne installation ; en cas de contamination, les deux installations pouvaient être isolées.

Reprenons maintenant, en détail, les éléments de ce projet; nous verrons ensuite comment et dans quel laps de temps il fut réalisé.

1° *Situation géographique de la zone de captage.*

Sur la rive droite de la Marne, entre cette rivière et le canal qui la double, s'étend une vaste plaine dominée au loin par les hauteurs de l'Epine à Marson.

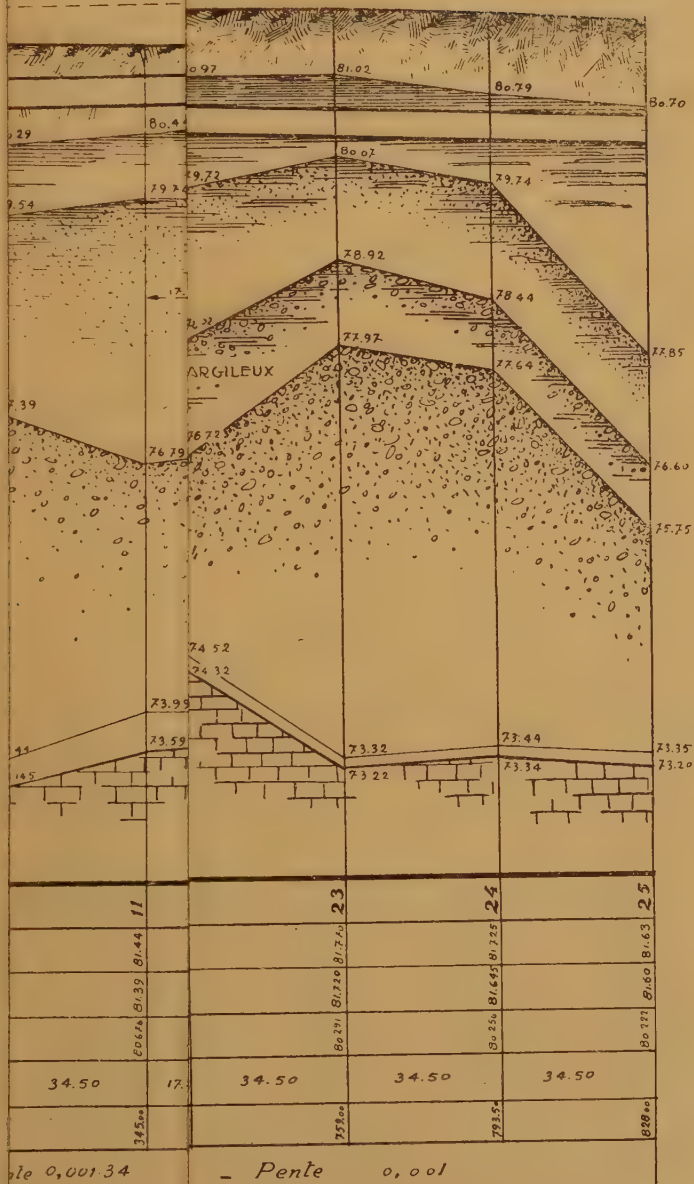
En aval, un bras de la Marne qui alimente en eau les canaux de la ville, limite cette plaine; le long de cette dérivation, quelques maisons se sont élevées, des jardins ouvriers ont été créés. Si l'on remonte le long de la rive droite, on ne trouve pas d'habitations. Seule, une route reliant les allées de Forêts à la commune de Compertrix traverse cette plaine, qui n'est occupée dans la zone qui nous intéresse que par des champs cultivés ou des prairies naturelles.

2° *Reconnaissance du sous-sol et nature géologique.*

La société « Eau et Assainissement » procéda d'abord à des essais préliminaires qui consistèrent à traverser la couche d'alluvions recouvrant la craie en repérant la nature et l'épaisseur des terrains traversés, et à exécuter des essais de pompage afin de se rendre compte du débit que l'on pouvait escompter. Sept forages de profondeur variable (6 m. 11 à 7 m. 65) furent réalisés dans une bande de terrain d'environ 700 mètres, parallèle à la Marne et à une distance de 45 à 80 mètres de celle-ci. Les 3 premiers forages furent exécutés à bras avec tubes de 6 pouces (152 mm. extérieur), les 4 suivants, mécaniquement, avec tubes de 8 pouces (203 mm. extérieur). Ces sondages ont permis d'établir les coupes ci-jointes, représentant les différents terrains rencontrés. La terre végétale présente une épaisseur variant en-

Seuil

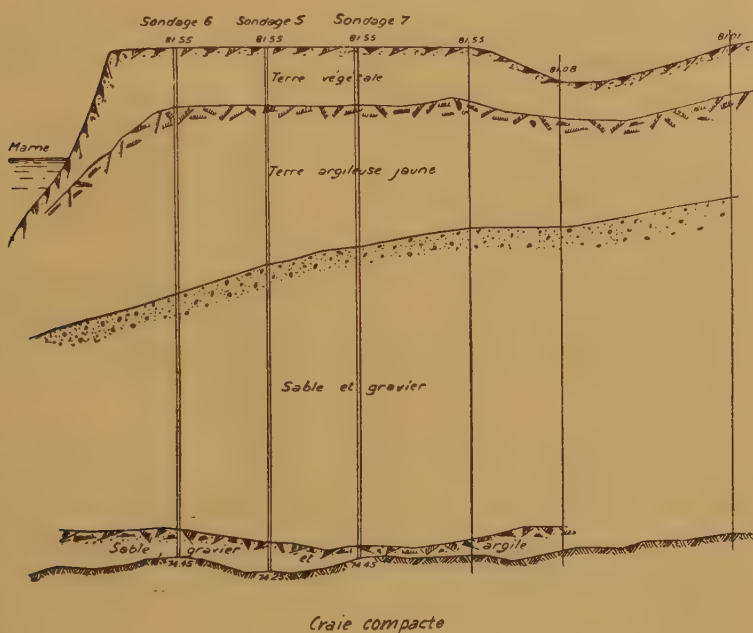
Houles et



0,00134

- Pente 0,001

tre 0 m. 40 et 0 m. 80; elle surmonte une couche d'argile ou de terre très argileuse de 1 m. 50 à 2 m. 20 d'épaisseur, mettant l'eau de la nappe sous jacente à l'abri des infiltrations de la surface. On rencontre ensuite des sables et graviers plus ou moins mélangés sur une épaisseur de 3 m. à 4 m. 50. Une zone de craie, plus ou moins tendre, argileuse, mêlée de graviers, sert de transition entre les alluvions et



Coupe géologique normale à la Marne.

la craie compacte, que l'on trouve à une profondeur variant entre 6 m. 11 et 7 m. 65.

La nature des terrains et leur continuité ayant été ainsi reconnue, des essais de débit furent entrepris.

3° Essais de débit.

Ces essais furent réalisés sur deux des forages: les numéros 4 et 7, situés respectivement à 50 et 75 mètres de la

berge. Ils furent équipés dans ce but de tubes crépinés de 8 pouces (diamètre intérieur 203 mm.) percés de trous de 5 mm. sur un mètre de hauteur dans la partie basse (au-dessus du sabot de 25 cm. environ de hauteur). Dans ces conditions, le forage n° 4 fournit un débit de 36 m³ par heure avec une baisse de 0 m. 31 par rapport au niveau statique, et le forage n° 7, 25 m³ 2 avec une baisse de 0 m. 55.

	Forage n° 4	Forage n° 7
Niveau statique	2,10 m.	2,00 m.
Niveau pendant pompage	2,41 m.	2,55 m.
Dénivellation	0,31 m.	0,55 m.
Débit horaire en m ³	36	25,2

Pendant le pompage continu dans le forage n° 7, pompage qui a duré 4 jours et 4 nuits, le niveau statique observé dans le forage n° 5, situé à 25 mètres de distance, est resté stable.

Ces essais, effectués en période sèche, prouvaient que des forages du diamètre de 600 mm., munis de filtres annulaires, étaient capables de fournir un débit horaire de 20 m³, avec une dénivellation modérée et que le sous-sol était suffisamment perméable pour assurer régulièrement le débit demandé.

La couche de sable et gravier comprise entre les deux couches d'argile que nous montre la coupe, contenait donc une masse d'eau pratiquement inépuisable.

4° Origine de l'eau.

L'eau provient, dans une proportion extrêmement variable avec les saisons et les conditions météorologiques, de la nappe du val de Marne, alimentée par le débit des coteaux qui forment la vallée et de la nappe sous jacente du fleuve

(underflow), soutenue et réapprovisionnée par le cours d'eau lui-même. En période de basses eaux, il est certain qu'une partie des eaux de la Marne est collectée par les puits. C'est cette considération « impérieuse et inévitable » qui a conditionné le nombre de puits, leur débit et leur fonctionnement. La société « Eau et Assainissement » a basé son projet sur l'hypothèse suivante: A la fin d'une période sèche prolongée, c'est la nappe sous jacente de la Marne, donc la Marne elle-même qui doit alimenter les puits. Dans ces conditions, on peut assimiler la bande du val séparant le cours d'eau des puits à un filtre lent et horizontal et le problème revient à réaliser l'épuration complète d'une eau de rivière comme on le fait dans les filtres lents. Or, on admet que l'épuration complète est obtenue par une vitesse journalière de filtration de 2 m. 50 et une faible épaisseur suffit lorsque les matériaux sont fins et réguliers. Les éléments rencontrés sur la rive droite de la Marne étant assez gros, les ingénieurs de la Société préférèrent augmenter l'épaisseur de la couche filtrante, c'est-à-dire la distance des puits à la rivière. Il adoptèrent comme distance minimum 80 mètres. La hauteur de la couche alluvionnaire étant en moyenne de 4 mètres, pour un débit de 10.000 mètres cubes il est donc nécessaire de disposer d'une surface filtrante de $10.000/2,50 = 4.000 \text{ m}^2$ et de capter le volume d'eau demandé sur une longueur de berge de $4.000/4 = 1.000 \text{ m}$.

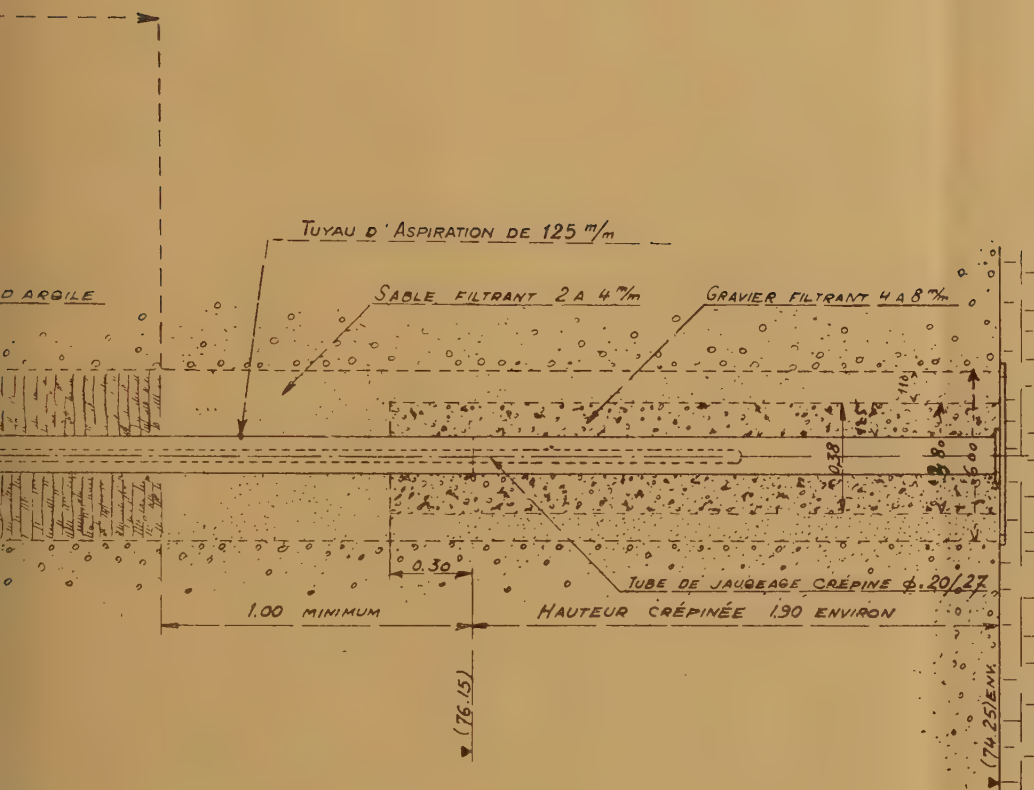
Il fut décidé que les puits seraient établis à une distance de la berge variant de 80 à 100 mètres. L'augmentation du parcours dans les alluvions servirait à corriger leurs irrégularités. En outre, leur éloignement de la rivière favoriserait le maintien de l'eau au cours des saisons sèches et chaudes à une température voisine de 14° . Forts de ces données, les ingénieurs étudièrent ensuite quel type de captage serait le plus apte à assurer la circulation régulière « suivant une densité uniforme » et, par là même, l'épuration de l'eau.

5° *Mode de captage adopté: puits filtrants.*

Le captage dans les alluvions pouvait être réalisé soit par galerie, soit par puits. La galerie eut été constituée par une suite d'anneaux cylindriques ou ovoïdes, avec radier plat, comme dans plusieurs captages effectués par la société « Eau et Assainissement » (à Vierzon, par exemple). Ces anneaux auraient été placés sur la craie ou la petite zone imperméable qui la surmonte et reliés les uns aux autres de façon à empêcher une déformation sensible de l'ensemble. Les inconvénients de ce dispositif apparaissent tout de suite: en cas de contamination ou de réparation, on ne peut que difficilement le sectionner. Immuable par nature, ce mode de captage ne peut être ni complété, ni amélioré. Son établissement est très coûteux.

Restait donc la deuxième solution, qui présentait, en premier lieu, l'avantage incontestable d'être moins onéreux. Les essais préliminaires avaient montré un débit quotidien de 10 m³ par mètre courant de la zone de captage. Le projet préconisait donc le forage de puits multiples éloignés de 40 mètres environ les uns des autres et exploités par siphonage. Cet intervalle entre les puits devait permettre un appel régulier suivant la berge du fleuve et un débit d'environ 400 m³ par forage et par jour. Solution excessivement souple qui permet de choisir l'emplacement du puits, de l'isoler le cas échéant et de procéder facilement à sa réfection. Ce procédé est, en outre, extensible: le creusement de nouveaux puits permet de satisfaire aux besoins nouveaux. Les données générales suivantes furent donc adoptées:

Nombre de puits à établir	25
Débit moyen par puits	400 m ³ par jour.
Ecartement des puits	30 à 40 mètres environ.
Distance à la Marne	100 mètres.



Coupe d'un puits filtrant

Echelle 1/25

Le marché forfaitaire précisait d'ailleurs que ce chiffre de 25 était théorique et que l'exécution des puits serait poursuivie jusqu'à ce que le débit garanti soit largement obtenu.

Comme l'indique la coupe ci-contre, chaque puits est foré au diamètre de 600 mm. et muni d'un tube central de captage et d'aspiration de 125 mm. Entre ce tube et la paroi du forage, on établit un filtre formé par deux zones concentriques fortement pilonnées: l'intérieure est constituée par du gravier de quartz dont les éléments ont un diamètre variant entre 4 et 8 mm., l'extérieure par du sable de quartz dont les grains ont de 2 à 4 mm. de diamètre, ces deux zones ayant respectivement 11 et 12 centimètres d'épaisseur. Le tube central (tube Also), est muni d'une perforation à fenêtre de forme spéciale pour empêcher le passage des sables et graviers. Pour éviter la rentrée des eaux superficielles dans les forages, l'espace annulaire supérieur existant autour du tube est garni d'argile pilonnée, de façon à reconstituer l'imperméabilité de la couche argileuse de surface. Les forages reposent sur la craie compacte. La tête de la colonne d'aspiration débouche dans une chambre de manœuvre circulaire de 1 m. 25 de diamètre intérieur et 1 m. 80 de hauteur, en maçonnerie de béton armé, établie sur une forme de propreté en gros béton armé, de 0 m. 10 d'épaisseur. Une cheminée d'accès surmontant l'ensemble, de 0 m. 60 de diamètre intérieur, s'élevant jusqu'à la cote 83,45, c'est-à-dire à un mètre au-dessus des plus hautes eaux connues, est fermée par un capot regard à fermeture hermétique et de sûreté. L'ensemble est revêtu extérieurement d'une chape étanche de 2 cm. d'épaisseur et intérieurement d'un enduit de 1 cm. 5. Des échelons à l'intervalle de 33 cm. servent à la descente; un tube de jaugeage de 25 mm. de diamètre, avec deux bouchons étanches, permet de relever le niveau de la nappe au voisinage immédiat de la colonne d'aspiration.

6° *Adduction des eaux captées à l'usine élévatoire actuelle.*

Cette adduction se ferait au moyen d'une conduite collectrice en fonte à laquelle chaque puits serait raccordé. Cette conduite, de forme télescopique, offre un diamètre variant de 300 mm. au départ des puits les plus éloignés, à 500 mm., dimension qu'elle atteint à la chambre de jonction. Le collecteur se compose de 2 tronçons: l'un aval (forages 1 à 11) calculé, du reste, pour assurer le passagē de 5.000 m³ supplémentaires, et l'autre amont (forages 12 à 25). Les deux tronçons présentent une pente vers la chambre de jonction, qui sera établie au point haut. Les puits sont donc divisés en deux groupes, qui peuvent l'un ou l'autre, être mis hors circuit le cas échéant. L'équipement de tuyauterie, qui relie chaque puits à la conduite collectrice, comporte un robinet-vanne de 125 mm. rigoureusement étanche avec volant de manœuvre, ce qui permet d'isoler un forage qui aurait besoin d'inspection ou de réparations. Ce robinet-vanne est placé dans la chambre de manœuvre qui surmonte le forage. Les 2 collecteurs aboutissent à une chambre de jonction circulaire prévue au droit de l'usine des eaux et constituée par une cuve circulaire en béton armé de 4 m. 50 de diamètre intérieur. Cet ouvrage repose sur une forme de propreté en gros béton, de 0 m. 10 d'épaisseur, revêtue extérieurement d'une chape étanche de 2 cm. et intérieurement d'un enduit de 1 cm.5. L'accès à la chambre se fait de l'extérieur par un escalier en maçonnerie et la descente dans la chambre par une échelle en fer. Le seuil d'accès est établi à 1 mètre au-dessus des plus hautes eaux connues. C'est dans la chambre de jonction qu'aboutissent également les conduites de vide destinées à assurer le fonctionnement en siphon de toute l'installation. Voilà donc nos collecteurs parvenus à la chambre de jonction.

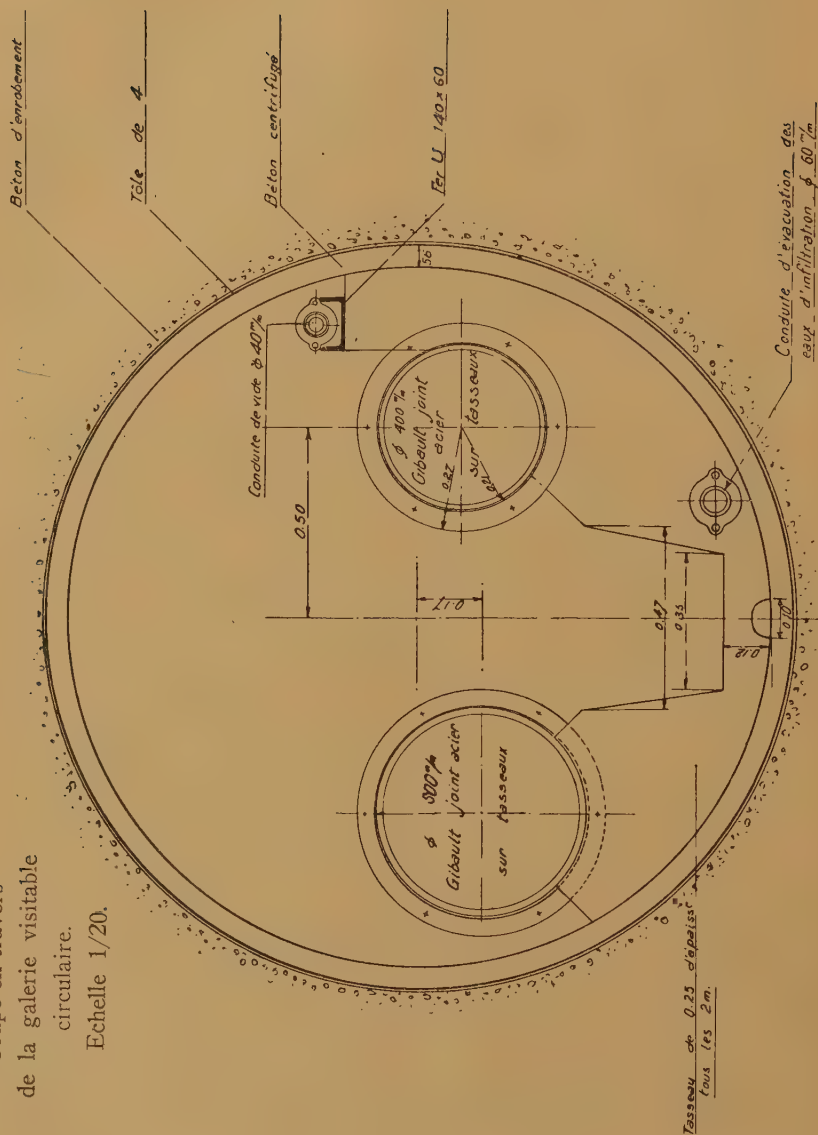
Pour conduire l'eau sur la rive gauche de la Marne, la société « Eau et Assainissement » présentait trois solutions:

Une passerelle métallique garantissant un tirant d'air de 4 mètres au-dessus de la cote normale de retenue de la rivière (la Marne étant classée rivière navigable et flottable) supporterait un collecteur général: ouvrage coûteux, d'entretien onéreux et très vulnérable en tout temps.

Une deuxième solution consistait à immerger le collecteur dans une tranchée creusée dans la rivière et protégée par une gaine de gros béton; mais il était à craindre, dans ce cas, qu'une fausse manœuvre survenant au moment de la délicate opération que constitue l'immersion d'un tube de 500 mm. de diamètre et de 70 mètres de longueur, ne produisît une rupture à l'endroit des joints. Or le collecteur travaillant à la dépression, l'eau brute de rivière pourrait ainsi pénétrer et contaminer l'eau captée. Sans parler des difficultés qu'entraînait la réparation de ce siphon noyé.

Une dernière variante détruisait toutes les objections: elle préconisait le passage sous la Marne en galerie visitable. Cette galerie était constituée par un tube circulaire en tôle de 4 mm., soudé à l'autogène et présentant un diamètre intérieur de 1 m. 80. Le revêtement extérieur est en béton fortement armé, le revêtement intérieur en béton centrifugé. La galerie serait noyée dans une tranchée établie dans le lit de la rivière, enrobée d'une masse protectrice et lestée en béton. A chaque extrémité serait établie une chambre de tête de galerie en béton armé comportant un escalier d'accès et un escalier de descente, le seuil se trouvant à la cote 83,45. Un puisard avec tube d'aspiration et crépine placé au point bas de la galerie permettrait éventuellement d'évacuer l'eau provenant de la condensation, de l'infiltration ou de la rupture d'un collecteur. Cette dernière solution était plus coûteuse que les deux autres, mais elle présentait l'énorme avantage de faciliter la visite, la réparation des collecteurs, la

Coupe en travers
de la galerie visitable
circulaire.
Echelle 1/20.



surveillance rapide de toutes les installations de la rive droite et d'établir à l'usine la station de vide. Les deux collecteurs, l'un de 500, l'autre de 400 mm., devaient être posés à l'intérieur de la galerie, sur des tassaux en béton.

Le dernier obstacle à franchir était constitué par les voies du chemin de fer de l'Est: une galerie souterraine visitable de 1 m. 50 de hauteur sous clef et de 1 m. 70 entre piedroits, était prévue.

D'après le projet, les eaux parvenaient finalement dans un puisard circulaire de 3 m. 20 de diamètre intérieur et de 10 m. 09 de profondeur en béton armé, revêtu intérieurement d'un enduit étanche de 2 cm. d'épaisseur et fermé par une dalle en béton armé. Une trappe y serait ménagée pour permettre la descente au moyen d'une échelle de fer.

Sur chacun des deux siphons collecteurs qui déversent leurs eaux dans le puisard, étaient disposés une prise de vide par manchon à tubulure et un clapet de pied avec dispositif de commande. La conduite d'aspiration actuelle serait déposée par l'entrepreneur jusqu'à la bride de 300 mm. placée à l'extérieur de la cuve bétonnée contenant les groupes électro-pompes de l'usine élévatoire, remplacée par une conduite de 500 mm. et raccordée par l'intermédiaire d'un robinet-vanne au tuyau d'aspiration plongeant dans le puisard d'arrivée. Les pompes de l'usine pourraient aspirer dans les deux puisards à la fois ou seulement dans l'un d'entre eux. Le niveau minimum de l'eau dans le puisard d'arrivée serait fixé de telle sorte qu'en aucun cas les galeries actuelles ne puissent être noyées ou asséchées du fait de l'installation nouvelle. Un clapet de retenue avec crépine compléterait l'équipement du tuyau d'aspiration.

7° Refoulement de l'eau dans les réservoirs.

La conduite actuelle de 300 mm. étant insuffisante pour assurer un débit de 15.500 m³ par jour, serait remplacée

par une conduite en fonte à emboîtement et cordon de 600 mm. calculée pour un débit de 20.000 m³.

Le raccordement se ferait à l'usine et dans la chambre des vannes des nouveaux réservoirs à la tubulure du té auquel est actuellement raccordé un clapet de retenue de 300 mm. Au droit des anciens réservoirs, un robinet-vanne de 600 mm. serait interposé sur la conduite de refoulement et une conduite de 300 mm. avec robinet-vanne branchée pour alimenter ces réservoirs au niveau du trop plein.

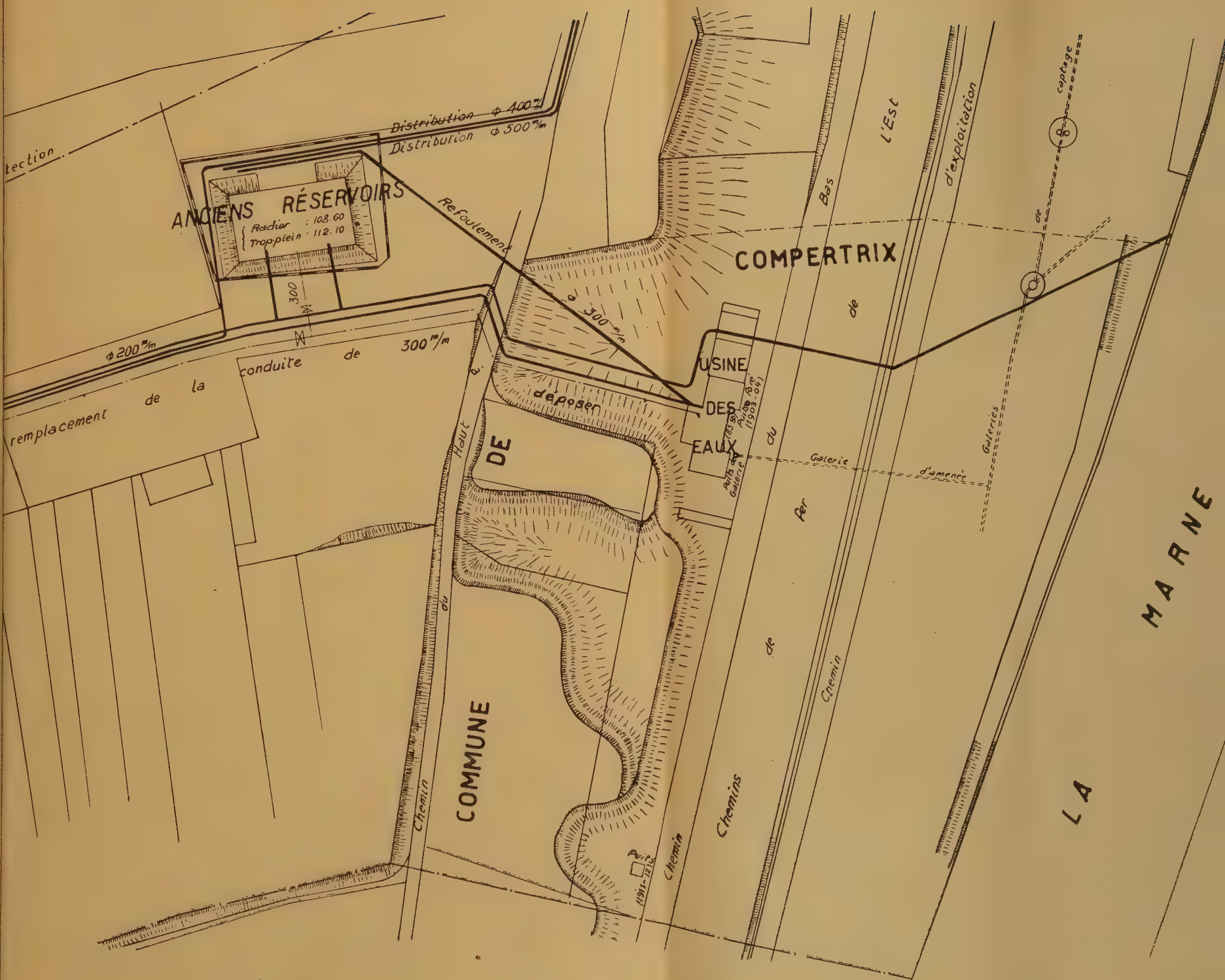
Avant de passer à l'étude du fonctionnement de cette installation, la station de vide et le dispositif de stérilisation réclament quelques explications.

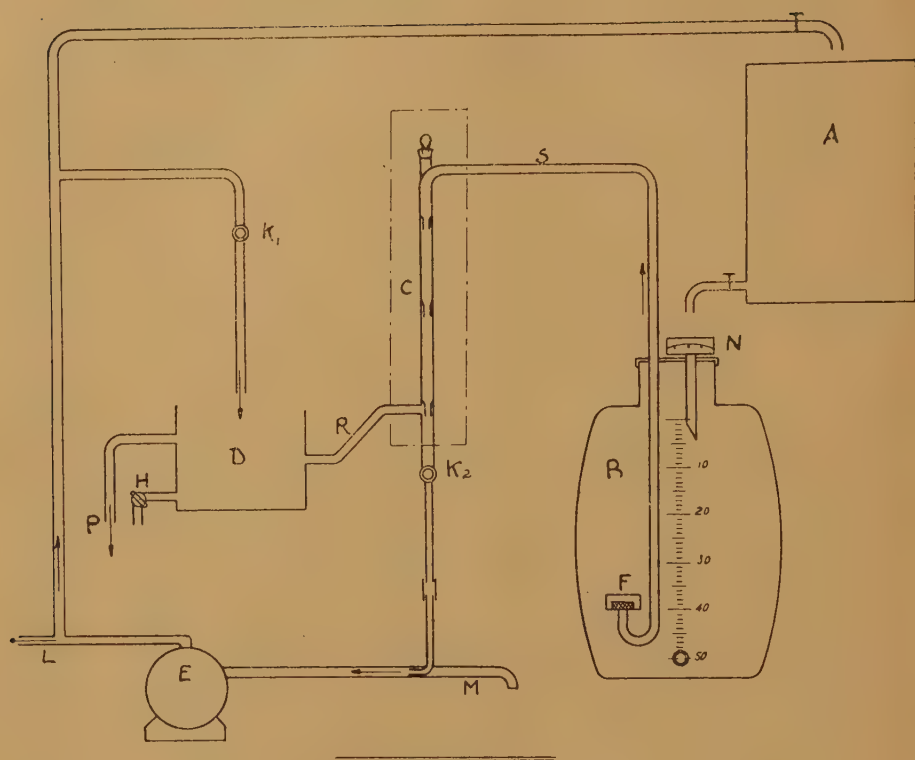
8° Station de vide.

La station de vide automatique établie dans la pièce voisine de la salle de la machine Dubuc serait composée de 2 groupes électro-pompes à vide semblables, dont un de secours, comprenant chacun une pompe à vide du type rotatif, capable de débiter 24 m³ 8 d'air à l'heure (la pompe est actionnée par un moteur électrique rotor, en court-circuit. pour courant triphasé, d'une puissance de 2,5 CV.); un réservoir à vide de 1.000 litres environ, avec tubulure d'entrée et de sortie, robinet de vidange, contacteur à vide réglable; un bac à eau pour refroidissement des pompes à vide par thermosiphon. Des conduites de vide de 40 mm. de diamètre en tuyau de fonte à joints précis relieraient la station aux deux prises de vide établies dans la chambre de jonction et dans le puisard d'arrivée.

9° Station de verdunisation.

Elle permet de traiter toutes les eaux, qu'elles proviennent des puits ou des galeries. La figure ci-jointe nous montre la coupe du dispositif de stérilisation installé dans la salle





A. Bac de décantation de la liqueur verdunisante. — B. Baril de puisage en verre, de 50^l, jaugé de précision. — C. Planchette des effilures portant l'effilure proprement dite, le bifurcateur-trompe et le coude avec bouchon rôdé de nettoyage. — D. Bac d'amorçage et de désamorçage. — E. Pompe. — F. Pipe-filtre. — H. Robinet. — K. Robinet de réglage. — L. Refoulement de la pompe. — M. Aspiration de la pompe. — N. Entonnoir de Buchner. — P. Canalisation de trop-plein vers l'égout. — R. Canalisation reliant le bac d'amorçage et de désamorçage au bifurcateur-trompe. — S. Canalisation de puisage de la liqueur verdunisante.

Schéma de l'installation de verdunisation.

moins, il est recommandable de demander au fournisseur une eau de Javel de teneur régulière en chlore.

2° Détermination de la dose d'eau de Javel à employer par la méthode du test-gamme.

Deux cas peuvent se présenter :

Nous connaissons la teneur exacte de l'eau de Javel en chlore. Nous en diluons 1 ou 2 cm³, par exemple, dans de l'eau distillée, de façon que la solution contienne 0 mg. 2 de chlore par cm³. Dans 8 flacons bouchés à l'émeri, de 250 cm³, nous versons 200 cm³ de l'eau à traiter et nous ajoutons respectivement dans chacun d'eux, avec un compte-gouttes calibré (donnant 20 gouttes par cm³) un nombre de gouttes croissant de cette solution, comme l'indique le tableau suivant :

flacon n° 1.....	1 goutte de solution, soit	0,05 mg de chlore par litre	
— n° 2.....	2 gouttes	0,10	—
— n° 3.....	3 —	0,15	—
— n° 4.....	4 —	0,20	—
— n° 5.....	5 —	0,25	—
— n° 6.....	6 —	0,30	—
— n° 7.....	7 —	0,35	—
— n° 8.....	8 —	0,40	—

Agiter et laisser à l'obscurité et au frais pendant le temps minimum qui doit correspondre au séjour de l'eau dans les réservoirs et conduites, avec maximum de 2 heures. Introduire ensuite dans chaque flacon 2 cm³ d'une solution d'iode de potassium à 10 % et 2 cm³ d'empois d'amidon. Agiter. On constate alors qu'un ou plusieurs flacons, qui contiennent les plus fortes quantités de chlore, sont colorés en bleu. Le chlore s'y trouve en excès. Le premier flacon coloré est considéré comme ayant reçu la dose convenable de

chlore, plus un très léger excès. C'est cette quantité de chlore que l'on adoptera pour effectuer la javellisation.

En second lieu, si la teneur de l'eau de Javel en chlore n'est connue que d'une façon approximative, on dilue 1 ou 2 cm³ de cette eau de Javel avec de l'eau distillée pour obtenir une solution renfermant environ 0 mg. 2 de chlore par cm³. Comme ci-dessus, on verse dans les 8 flacons 200 cm³ de l'eau à traiter, puis respectivement 1, 2, 3 gouttes, etc. On agite. Après le même temps de contact on ajoute la solution d'iodure de potassium et l'empois d'amidon.

Le premier flacon coloré a reçu la dose de chlore nécessaire à la stérilisation de l'eau. Nous ne connaissons pas, dans le cas présent, la dose exacte de chlore correspondante, mais il nous suffit d'employer la même proportion d'eau de Javel que dans ce flacon. Si, par exemple, celui-ci est le 4^e (4 gouttes d'eau de Javel diluée dans 200 cm³) on javellisera à raison de $4 \times 1.000/200 = 20$ gouttes par litre, c'est-à-dire 1 cm³ par litre ou par mètre cube un litre d'eau de Javel diluée pour l'essai.

Celle-ci ayant été diluée par exemple 200 fois, il faudra donc employer $1.000/200 = 5$ cm³ d'eau de Javel brute par m³.

Si aucun flacon ne se colore en bleu, c'est que la quantité d'eau de Javel employée a été insuffisante; on recommencera l'essai avec un nombre de gouttes supérieur. La dose d'eau de Javel nécessaire ayant été déterminée, on prépare dans le bac A une solution d'eau de Javel en quantité voulue pour faire débiter à l'appareil le poids de chlore correspondant au débit de la pompe et au test de chlore. La liqueur passe par gravité dans le baril de puisage B: entre ces deux récipients, un entonnoir de Buchner rempli de coton de verre, est intercalé. Dans le baril B plonge un tube muni à son extrémité d'un pipe-filtre F et relié à l'aspiration de la pompe en M. Sur son parcours sont

placées des effilures C. Un tube alimentant en eau le bac d'amorçage et de désamorçage D est branché sur le refoulement de la pompe en L; un tube R relie le bac à la canalisation. Dès que la pompe marche, les robinets K_1 et K_2 étant ouverts, le bac D se remplit; l'orifice de la conduite qui le relie à l'aspiration par l'intermédiaire du siphon S est bientôt noyé. L'eau du bac est alors aspirée et le vide produit s'ajoute à la succion provoquée par la pompe. La liqueur verdunisante est appelée à travers le pipe-filtre F, s'écoule en mince filet par les effilures, passe ensuite avec l'eau aspirée dans le bac D, dans la conduite d'aspiration où elle se mélange à l'eau captée. Après un brassage énergique dans la pompe E, l'eau est enfin refoulée. Pour interrompre la stérilisation on ferme les robinets K_1 et K_2 au moment d'arrêter la pompe; le bac D qui n'est plus alimenté se vide par son tuyau de vidange inférieur; le niveau baisse et découvre l'entrée de la canalisation R, introduisant ainsi de l'air dans cette canalisation et désamorçant le siphon S. Le robinet K_1 doit être réglé de façon à ce que le bac D déborde un peu par son orifice supérieur de trop plein.

Le baril B a une contenance de 50 litres; l'effilure débite 3 litres par heure de solution verdunisante. Supposons que le test de chlore ait nécessité une dose de 0 mg. 1 de chlore par litre et que nous ayons une eau de Javel renfermant 38 grammes de chlore libre par litre. Le calcul doit se faire de la façon suivante:

Pour stériliser 10 mètres cubes d'eau, il nous faut 1 gr. de chlore libre; avec un litre d'eau de Javel, nous pouvons stériliser 380 m³ d'eau. Le débit de la pompe étant de 250 mètres cubes-heure, un litre d'eau de Javel pure devra donc durer $380/250 = 1$ heure et demie. Le débit de l'effilure étant de 3 litres-heure, il faudra donc employer un mélange de 1 l. 5 d'eau de Javel et de 1 l. 5 d'eau. Le bac A sera donc rempli avec 25 litres d'eau de Javel et 25 litres d'eau.

10°. *Fonctionnement de l'installation.*

Toute l'installation fonctionne par siphonage, depuis les puits filtrants jusqu'au puisard d'arrivée à l'usine. L'amorçage et le fonctionnement du siphon seront obtenus en créant une dépression au moyen des groupes électro-pompes de vide, au point haut des collecteurs des puits dans la chambre de jonction et au point haut des siphons sous la rivière. L'eau de chaque puits sera aspirée, réalisant ainsi l'amorçage des collecteurs. À mesure que les pompes de l'usine aspireront dans le puisard, la circulation s'établira dans les collecteurs et le siphon fournira de lui-même un débit croissant si les pompes tirent davantage, puisqu'elles abaisseront le plan d'eau dans le puisard.

Le déclenchement des groupes à vide est absolument automatique et assuré à l'aide d'un contacteur à vide. Dans le cas de conduites entièrement vides, la durée de remplissage doit être d'environ 3 h. 1/4 à 3 h. 1/2, durée inférieure quand ces mêmes conduites seront plus ou moins pleines d'eau.

On doit atteindre un vide minimum de 4 m. 75 indiqué par l'aiguille du manomètre du contacteur. Il est normal que durant le remplissage l'aiguille soit stationnaire même pendant une demi-heure sur certains chiffres en particulier 2 et 3 environ, ces valeurs correspondant en effet à des parties horizontales de conduite et à un important volume d'eau. Dans ce cas, la dépression est sensiblement constante. Au moment de l'arrivée de l'eau au point haut des conduites, l'aiguille accuse une baisse sensible pour remonter ensuite: le siphonage commence.

Toutes les 6 heures environ, la station de vide se mettra en marche pour rétablir le vide primitif; une durée de remplissage exagérément longue indiquera, surtout si elle est accompagnée d'oscillations lentes de l'aiguille, une rentrée d'air que la fermeture des vannes appropriées permettra de

situer facilement. L'isolement de la partie défectueuse ayant été effectué, le restant de l'installation pourra être mis en service.

Ce dispositif avait l'avantage de n'entraîner que des frais d'exploitation minimes, se montant au maximum à 2:000 francs par an et comprenant la main-d'œuvre pour le graissage des deux moteurs de la station de vide, la fourniture d'huile et de graisse et la consommation insignifiante d'énergie électrique.

11° *Prix de l'installation.*

La société « Eau et Assainissement » garantissait dans son projet et la qualité d'eau et la quantité pendant trois ans, le débit de 10.000 m³ étant assuré par période de basses eaux même si le plan d'eau de la Marne s'abaissait à la cote 79,00 soit 0 m. 45 en contrebas du niveau de la retenue légale de la Marne en amont du barrage. Elle s'engageait à réaliser l'adduction d'eau dans un délai de 10 mois (en prenant tous les risques à sa charge) pour le prix forfaitaire de 2 millions 265.000 francs payable en 50 semestrialités de 91.000 frs. environ chacune. L'entreprise verserait à la caisse du receveur municipal un dépôt de garantie de 150.000 frs. non productif d'intérêt, qui devrait être libéré 2 mois après la réception définitive des travaux.

Des recherches préliminaires bien conduites, des études géologiques et hydrologiques sérieuses, des références de premier ordre se rapportant au même genre de captages, donnaient au projet retenu par le jury du concours un maximum de garanties. Les analyses de l'eau puisée dans les forages d'essai avaient donné des résultats excellents ainsi que nous le verrons dans le chapitre consacré à cette question. Après une longue et minutieuse mise au point, qui n'avait pas nécessité moins d'une dizaine de réunions de la Commission

spéciale, dont 3 avec les entrepreneurs, le projet était soumis le 27 décembre 1933 au Conseil municipal.

Le rapporteur, après avoir exposé le projet, proposait de déclarer la société « Eau et Assainissement » adjudicataire des travaux,

d'ouvrir au budget de 1934 un crédit provisionnel de 180.000 francs pour le paiement des terrains et la première semestrialité d'amortissement des travaux et de demander à M. le Préfet de vouloir bien procéder, d'extrême urgence, en raison de la situation éminemment critique de notre Service des eaux à toutes les formalités administratives, savoir :

- a) déclaration d'utilité publique des travaux;
- b) autorisation de prise immédiate des terrains nécessaires;
- c) avis du Service hydraulique;
- d) avis du Service de la navigation;
- e) avis de la Commission sanitaire;
- f) avis de la Commission départementale d'hygiène;
- g) approbation par le Conseil supérieur d'hygiène;

h) décret rendu en Conseil d'Etat approuvant les clauses financières du marché et le contrat entre la Ville et la société « Eau et Assainissement » pour le financement des travaux [52].

Après une longue discussion, les conclusions du rapport étaient adoptées à l'unanimité moins une voix, qui s'éleva contre le projet sous le prétexte tardivement exprimé que l'on allait chercher l'eau sur la rive droite de la Marne pour la faire passer sur la rive gauche et lui faire de nouveau traverser la Marne pour la distribuer dans la Ville, dont la majeure partie s'étend de ce côté.

Toujours est-il que l'on pouvait espérer la réalisation rapide de ce projet d'adduction d'eau: le rapporteur n'envisageait-il pas l'achèvement des travaux pour novembre 1934? Il n'avait pas compté sur le retard apporté par l'exécution préalable des nombreuses formalités administratives.

Comment cette entreprise fut-elle menée à bonne fin? C'est ce que nous allons maintenant exposer. Pour conserver l'ordre chronologique, nous noterons en leur temps les me-

sures de précautions prises par la Municipalité en attendant la mise en service de la nouvelle captation.

**Réalisation du projet de la Société « Eau et Assainissement »
et la question des eaux avant la mise en service de l'installation**

La Ville de Châlons fut menacée, à cette époque, de manquer d'eau au point que des mesures sévères furent prises pour restreindre la consommation d'eau.

M. GIROD signalait à ses collègues la gravité de la situation: les galeries de captage ne fournissaient plus que 50 % environ de leur débit normal. Par suite de la sécheresse de l'été, le plan d'eau s'était abaissé, les collines calcaires ne fournissaient pas leur appoint et l'eau provenait uniquement du bassin même de la Marne. Cet état de choses ne pouvait que s'aggraver dans le courant de l'été 1934, à moins de longues et fortes pluies en fin d'hiver.

Le devoir primordial d'une municipalité est d'assurer, coûte que coûte, l'alimentation en eau potable de ses administrés, disait le rapporteur. Vous allez donc avoir à prendre des décisions d'autant plus graves qu'elles n'admettent pas de délais et que toutes ne sont pas de nature à satisfaire tout le monde [52].

La presse châlonnaise avertit la population d'éviter tout gaspillage d'eau et les gros consommateurs de réduire leur consommation. Plutôt que d'arrêter la distribution pendant quelques heures de la nuit, la pression fut réduite dans tout le réseau. L'appareil de verdunisation prévu par le nouveau projet fut installé. La Commission des eaux avait bien envisagé le puisage direct d'eau de rivière, suivi d'une filtration et d'une javellisation rapides, mais cette eau, insuffisamment purifiée, eût risqué de provoquer des épidémies de fièvre typhoïde, comme cela s'était produit récemment dans d'autres villes.

Pour parer à une pénurie complète d'eau, le recensement

des puits de la Ville encore approvisionnés en eau potable fut décidé. D'autre part, à la suite de pourparlers, la société « Eau et Assainissement » s'engageait à amener pour le mois de mai 1934, 2.000 m³ d'eau dans la bêche de l'usine au moyen d'une canalisation provisoire établie sur un pont de bateaux. Cette eau, qui serait javellisée à dose infinitésimale, pour plus de sûreté, proviendrait des premiers forages réalisés par l'entreprise.

Le 3 janvier 1934, le Maire et les adjoints rendaient visite au Préfet de la Marne, M. MAGNY, pour lui montrer la situation critique du Service des eaux et la nécessité d'entreprendre sans délai les travaux. En renvoyant au Conseil municipal le procès-verbal de la délibération du 27 décembre 1933, le Préfet n'en mentionnait pas moins que l'approbation était

subordonnée à l'examen favorable par les commissions compétentes des projets techniques visés aux paragraphes 4 et 5.

De son côté, la société « Eau et Assainissement » pressait la Ville de lui délivrer l'ordre de commencer les travaux et menaçait d'abandonner l'engagement qu'elle avait pris de fournir pour le 1^{er} mai 1934, un appoint de 2.000 m³ d'eau. Le 17 janvier, une délégation envoyée par la Municipalité auprès du Préfet aux fins d'obtenir l'autorisation exceptionnelle de commencer immédiatement les travaux, s'entendait répondre que le projet allait être soumis le 29 janvier 1934 au Conseil départemental d'hygiène.

Tout nouveau délai est maintenant impossible, écrivait M. GIROD dans son rapport, et nous en sommes au point où une municipalité digne de la confiance de ses administrés ne peut plus attendre dans l'angoisse une autorisation consécutive à d'interminables formalités administratives et où son devoir est de mettre tout en œuvre pour assurer à la population son alimentation en eau potable, dût elle passer outre à toute entrave de l'Administration. [53].

Des expériences de débit furent entreprises dans la zone

d'alimentation des galeries filtrantes en vue d'obtenir un rendement maximum. On constata alors que les eaux s'infiltraient par dessous un tronçon de galeries; 2 groupes électro-pompes débitant 60 m³-heure chacun, fonctionnant tour à tour furent installés sous une légère construction et relevèrent les eaux de cette section de galeries. Cette installation provisoire dont le matériel devait être récupéré par la suite, revint à 26.600 francs.

Se rendant aux raisons invoquées par la Municipalité, le Préfet provoquait une réunion extraordinaire du Conseil départemental d'hygiène et à la suite de l'avis favorable émis par cette assemblée, s'employait à accélérer le rythme des formalités administratives.

L'enquête de commodo et incommodo préalable à la déclaration d'utilité publique eut lieu du 6 au 22 février 1934. Une seule déclaration contraire au projet fut reçue le 24 février 1934: rédigée par M. Emile Schultz, ingénieur T.P.E. en retraite, résidant à Golfe Juan, elle consistait en une coupure d'un journal local du 21 février 1934 et concluait à l'abandon pur et simple du projet. Au surplus, cette réclamation ne remplissant pas les conditions requises par la loi, le Conseil municipal passait outre et sollicitait la déclaration d'utilité publique.

Le 1^{er} mars 1934, M. E.-A. MARTEL, géologue départemental, dont l'avis devait figurer dans le dossier à soumettre au Conseil supérieur d'hygiène publique de France, adressait son rapport sur le projet de captage. La haute autorité dont jouit M. MARTEL pour toutes les questions d'hydrogéologie, nous fait un devoir de citer in extenso certains passages de son rapport [33].

« Le projet présenté par la société « Eau et Assainissement » peut, et même doit être accepté. Il le doit, parce qu'il n'apparaît pas d'autre moyen de pourvoir la Ville de Châlons d'eau potable en quantité suffisante », affirmait M. MARTEL, au début de son exposé. A l'appui de

cette assertion, il examinait les différentes solutions que l'on pouvait envisager :

1° eaux dites de sources, provenant des sommes de la région, variables, insuffisantes, contaminables ;

2° eaux profondes, artésiennes des sables verts, gisant trop bas, d'un débit insuffisant et de température élevée ;

3° eaux de Marne filtrées, mais les crues de la Marne introduiraient des troubles graves dans les dispositifs de prise ;

4° forages dans la craie blanche (plus de 100 mètres de profondeur) insuffisants.

« Reste donc l'appel aux eaux des alluvions (sous-écoulement de la Marne) ; le creusement proposé de puits multiples sera certainement moins coûteux. C'est le système mis en usage par la Ville de Reims dans les alluvions de la Vesle... En principe je suis favorable à ce mode d'alimentation qui va être appliqué en grand aux eaux du Val de Loire pour Paris. Toutefois il ne réussit pas toujours, on connaît des cas particuliers d'insuccès ; il est prudent de rappeler qu'une grande incertitude subsiste quant à la rencontre et à la quantité de ces eaux souterraines — les alluvions n'étant pas toujours composées de couches homogènes ni régulières — et qu'il est parfois survenu des mécomptes sur leur qualité.

Mais il semble bien que la largeur des remplissages des vallées de la Marne et de son affluent la Coole en amont, du point choisi pour les puits permette de croire ces remplissages abondamment pourvus d'eau. D'ailleurs les pompages d'eau effectués sur deux des sept forages provisoires ont donné des résultats encourageants. L'expérience seule établira si le nombre des puits devra être supérieur ou inférieur à 25. Tout ce qui concerne l'établissement de ces puits ne soulève pas d'objections.

Protection et précautions :

La bande d'environ 1100 mètres de longueur sur 120 à 130 mètres de largeur, figurée au plan général, comme zone des puits et zone de protection suffira pour la défense contre les contaminations rapprochées et les infiltrations latérales de la Marne. J'ai demandé — et la société « Eau et Assainissement » l'a d'ailleurs prévu :

1° que les puits soient rendus étanches jusqu'au dessous de la couche de terre argileuse jaune rencontrée sous la terre végétale ;

2° que leurs margelles dépassent d'un mètre le niveau des plus hautes inondations connues ;

3° que la rigole (ou fossé) traversant l'extrémité méridionale de la zone soit comblée ;

4° que cette zone de protection soit enclose et interdite à toute pénétration et à tous dépôts.

Risques des crues. — Mais il faut prévoir en outre, les influences éventuelles des fortes crues de la Marne.

En effet, toute la zone est submersible en temps d'inondations (pas tous les ans peut-être et rarement comme en janvier et novembre 1910). Il ne faut donc pas passer sous silence les risques de pénétration verticale des eaux des crues de plusieurs mètres.

Contre ces risques, l'avis consultant de 1911 avait estimé qu'une épaisseur de 10 mètres pour les remplissages serait désirable; or, les sept sondages n'ont trouvé que 6 m. 11 à 7 m. 65. Sera-ce suffisant pour filtrer les eaux des crues pénétrant verticalement, par infiltration (percolation est un terme plus approprié, prêtant moins à confusion).

Sondages et coupes géologiques. — Les coupes géologiques des sondages montrent cette superposition: terre végétale, terre argileuse jaune, sable et gravier (1 m. 50 à 2 m. 20), gravier et argile (3 mètres à 4 m. 50). Le projet lui-même reconnaît que si les couches alluvionnaires peuvent être considérées comme continues, leurs matériaux sont assez gros.

Donc, si la distance latérale à la Marne (80 à 100 mètres), est satisfaisante en écoulement normal, il n'en sera pas probablement de même de la distance verticale, lors des crues; contre la pression de celles-ci et la pénétration de leurs eaux sales, les deux premières couches de terre végétale et de terre argileuse jaune ne se montreront sans doute pas assez imperméables et pas assez résistantes; elles subiront des défoncements qui provoqueront le mélange avec les eaux des puits et leur contamination.

Purification éventuelle. — Désireux d'éviter à la Ville de Châlons les gros frais d'un mode de purification permanent, le projet estime que l'on peut compter que l'état physique de l'eau sera toujours satisfaisant et que seule une légère stérilisation peut devenir nécessaire à certaines époques. C'est exact, je reconnais que l'éventualité du risque peut être rare et ne survenir que par exception. Mais cette exception demeure périlleuse. Car, en général, elle se manifesterait subitement. On ne saurait donc assurer que l'état de l'eau sera toujours satisfaisant. Or, par quelle compétence, par quelle autorité, sera déterminé l'instant précis où la stérilisation devra efficacement intervenir ?

Certes la fièvre typhoïde a décru en France depuis une trentaine d'années dans la proportion de 90 %, mais elle n'est pas morte et se livre encore à des sursauts subits et accidentels. L'épidémie de Lyon-Villeurbanne en 1928 (eaux d'alluvions du Rhône, par puits) et les

petites poussées presque annuelles qui affectent Paris, obligent à maintenir une surveillance très sévère.

Par lettre du 17 février 1934 j'ai signalé cette objection au Maire de Châlons, qui m'a répondu que « par mesure de prudence, le projet prévoit l'installation à l'usine d'un appareil de verdunisation de l'eau ». Mais cette réponse est muette sur la permanence de la purification.

Le Conseil supérieur d'hygiène publique de France aura à statuer sur ce point pour lequel on est actuellement privé d'éléments d'appréciation : en effet, l'analyse bactériologique des eaux des alluvions (à 6-7 mètres de profondeur), n'a pu être effectuée dans les sondages d'essais et une seule analyse chimique au forage n° 2 a été faite avec un bon résultat. Il sera nécessaire pour décider sur la permanence ou l'intermittence du procédé de purification de posséder plusieurs de ces analyses bactériologiques et notamment à la suite de la submersion de la zone de captage par forte crue.

Mélange des eaux anciennes et nouvelles. — Il y aurait eu à formuler une autre réserve quant au mélange des nouvelles eaux d'alluvions avec les anciennes de la rive gauche (galeries dites filtrantes et deux puits de la craie blanche) parce qu'en 1911, il semblait que celles-ci ne fussent pas à l'abri de toute suspicion.

La Société « Eau et Assainissement », dans ma conférence avec elle du 16 février 1934 s'est déclaré disposée à abandonner ces anciens captages (pour éviter le mélange), pensant du reste que leur débit serait fort diminué. J'ai soumis aussi ces questions au Maire de Châlons, dont la réponse fait connaître sur le débit que les galeries filtrantes fournissent encore 4.500 m³ par 24 heures; le puits foré en 1904, 1.000 m³ par 24 heures, soit 5.500 en tout, et que le puits foré en 1910 a dû être abandonné, « prix d'exploitation trop élevé; débit: 25 m³-heure pompés à 36 mètres de profondeur », confirmation de mes incertitudes sur les eaux de la craie blanche.

Fièvre typhoïde et analyses. — Sur la mortalité et la morbidité en fièvre typhoïde, le Directeur du bureau d'hygiène déclare (22 février 1934), que depuis cinq années, les décès n'ont été que de deux et les cas de sept seulement dans des immeubles dépourvus de la distribution d'eau de la Ville et pour une population de 32.307 habitants (recensement de 1931). Il y avait eu 25 décès en neuf années, de 1904 à 1912. Il ajoute que les résultats des analyses mensuelles (qu'avait requises mon rapport du 22 août 1911) « tant chimiques que bactériologiques et recherches de colibacille ont été négatives depuis plusieurs années ».

En présence de ces déclarations et résultats, il ne semble plus qu'il y ait lieu de renoncer à l'emploi des eaux précédemment captées.

Avis favorable sous deux réserves. — Et je crois pouvoir donner un avis favorable au projet, sous les deux réserves expresses :

1° des résultats que fourniraient les analyses des nouvelles eaux après des crues ;

2° de la question de leur purification permanente ou non qui demeure subordonnée à ces résultats.

Périmètre de protection. — Le périmètre de protection (environ 13 à 14 hectares), défini au projet, est satisfaisant. Mais je rappelle que celui des réservoirs et de l'usine, qui avait été violé en 1914-15, devra être maintenu et surveillé, tel que je l'ai défini au rapport du 22 avril 1911. »

L'analyse chimique de l'eau de la rive droite, dont parle M. MARTEL, avait été faite au moment des sondages d'essai. Le résultat figure dans le chapitre général des analyses.

Pendant que les avis de toutes les administrations compétentes intéressées par l'exécution du projet étaient sollicitées, que le passage sous les voies du chemin de fer de l'Est était mis au point à la suite d'une série de conférences entre les ingénieurs du réseau et ceux de la société « Eau et Assainissement », la Municipalité entreprenait des pourparlers en vue de l'acquisition des différentes parcelles de terrains qui devaient constituer le périmètre de protection de la zone d'alimentation des puits.

Le dossier, finalement constitué, fut soumis au Conseil supérieur d'hygiène publique de France, qui approuvait le projet et fixait à 100 mètres la distance entre la ligne des puits et la berge de la Marne. Une légère modification avait été cependant demandée. La société « Eau et Assainissement » avait fait remarquer que les derniers puits, situés du côté de Compertrix, n'étaient pas à l'abri de toute contamination. Dans le projet primitif, ces puits étaient, en effet, établis dans le bois de Compertrix, à peu de distance d'un ancien bras de la Marne et dans un terrain assez bas, facilement inondé. La Municipalité, pour augmenter la sécurité, décidait donc de remonter vers le Nord la ligne d'axe des 5

derniers puits, qui restent ainsi à la distance de 100 mètres du faux bras de la Marne; cette modification nécessitait l'acquisition supplémentaire de 2 ha. 50 environ de terrain.

Les travaux furent enfin commencés au mois de février 1934 par le forage des puits filtrants. Les zones concentriques filtrantes, composées d'éléments de diamètres différents, furent réalisées au moyen de manchons métalliques qui furent remplis des matériaux adéquats et retirés ensuite progressivement de la fouille. Les tranchées destinées à recevoir les collecteurs de puits jusqu'à la galerie visitable passant sous la Marne, furent creusées comme le projet le prévoyait. La chambre de jonction fut construite de manière à permettre le doublement dans l'avenir des collecteurs de puits, les vannes étant toutes posées en attente. Partout où des fouilles furent établies, les déblais argileux furent soigneusement mis de côté et repris au remblai de façon à reconstituer la couche argileuse protégeant les alluvions.

Les trois tronçons de la galerie visitable composés d'anneaux en tôle d'acier de 3 mètres de longueur furent construits sur les bords de la Marne et bouchés à chaque extrémité par des planches suifées solidement fixées. Une tranchée destinée à recevoir la galerie visitable fut creusée dans le lit de la Marne; l'exécution de cet ouvrage fut confiée par la société « Eau et Assainissement » à une entreprise spécialisée dans ce genre de travaux « les Pieux explosés ». Sous la couche de graviers qui constitue le lit de la Marne on rencontra le calcaire compact, cristallisé même en certains endroits. Il fallut avoir recours aux explosifs pour mener à bien cette opération. Les secousses provoquées par l'explosion des mines ne furent pas sans ébranler les terrains situés aux alentours et particulièrement la zone des galeries filtrantes, et sans provoquer des modifications dans la qualité des eaux fournies par celles-ci. Ajoutons que tous ces travaux furent réalisés pendant la crue de la Marne, dont la

hauteur d'eau à cet endroit était de 5 mètres environ. Dans le fond de la tranchée des semelles de béton faites de sacs de toile, remplis de ciment fondu à prise rapide, furent établies suivant les indications d'un scaphandrier. Les trois tronçons de la galerie, pesant chacun 80 tonnes furent ensuite amenés au bord de l'eau sur un plan incliné, glissés jusqu'à la Marne et conduits par flottaison au-dessus de l'emplacement de la tranchée, repéré à l'aide de rainures guides. Les extrémités des tubes furent alors débouchées et les tubes progressivement immergés. Au cours de l'immersion, la rupture d'un pied de chèvre provoquant une rentrée d'air trop rapide, détermina une oscillation brutale d'un tronçon. De peur qu'une avarie ne soit survenue, le tube fut relevé et son étanchéité vérifiée. Les trois tronçons de la galerie furent ensuite emboîtés les uns dans les autres, grâce aux mâchoires inversées placées à leurs extrémités, des joints en caoutchouc assurant l'étanchéité de l'ensemble. Des lests en béton armé affectant la forme de demi-anneaux furent placés à cheval sur la galerie, pour assurer sa fixité. Les tubes furent ensuite vidés, les chambres têtes de galerie construites; les collecteurs disposées sur leurs tasseaux en béton aboutirent bientôt au nouveau puisard, après avoir franchi en souterrain le dernier obstacle que constituait le chemin de fer de l'Est et la route de Compertrix à Châlons. Au début de juin 1935, les gros travaux prévus étaient terminés.

Il nous reste maintenant à étudier la façon dont furent conduits les essais de rendement, les débits fournis et les enseignements que l'on en tira pour régulariser l'aspiration sur toute la ligne des puits.

Pendant l'exécution des forages définitifs des essais de pompage furent effectués sur chaque puits (en juin 1934 et d'août à novembre 1934), à l'allure de 6 à 14 litres par seconde pour la plupart. Les niveaux statiques et d'équilibre furent soigneusement repérés au cours de ces essais. Tous

ces renseignements permirent de tracer un ensemble de courbes qui montrèrent que pour des débits semblables l'abaissement du plan d'eau était très variable dans les différents puits.

Pour un débit de 4 litres par seconde, par exemple, le forage n° 3 subissait une dénivellation de 3 m. 64, alors que l'abaissement du plan d'eau n'était que de 0 m. 15 dans le puits n° 5 pour un débit de 6 litres par seconde.

Pour le débit moyen cherché de 5,55 litres par seconde, la dénivellation était comprise entre 0 m. 02 et 0 m. 78 pour 21 forages, entre 1 et 2 mètres pour 3 forages et n'était pas mesurable pour le dernier. On avait remarqué également que la surface de la nappe était plus basse à l'aval qu'à l'amont : la différence entre le puits n° 1 et le puits n° 25 était de 1 m. 20. Cet état de choses devait, une fois tous les puits reliés par leurs conduites d'aspiration et le collecteur, faciliter l'écoulement des puits situés en amont de la chambre de jonction (12 à 25) et contrarier l'écoulement des puits aval (1 à 11). En fait, toutes vannes ouvertes les 4 ou 5 premiers forages, non seulement ne débitaient pas, mais encore recevaient de l'eau des forages situés en amont. Il était donc nécessaire de créer des résistances complémentaires pour les puits qui débitaient trop, afin de faire travailler l'ensemble, sous une dépression plus forte, permettant à tous les forages de fournir un débit semblable.

On y parvint par un réglage des vannes individuelles des puits. Par la pensée les 25 forages furent divisés en 5 séries, par ordre de productivité et les expériences de réglage furent effectuées successivement sur chaque série.

L'ouverture de la vanne de chaque puits fut réglée de façon que le pompage y fît baisser le niveau par rapport au niveau statique de la quantité correspondant sur la courbe au débit à demander au puits. Laissant de côté les 3 puits

moins productifs, le débit total fourni par les 22 autres fut évalué à 139 litres par seconde, ce qui représentait 6,4 litres par puits. C'est d'après ces données que les 7 et 8 juin 1935, le réglage fut opéré sur les deux premières séries de puits. Après avoir noté le niveau R du forage en marche, on fermait sa vanne; après 5 minutes d'attente on reprenait le niveau R' qui représentait le niveau statique dans ce forage, les voisins étant en marche. On ouvrait alors la vanne d'un nombre de tours tels que le niveau du forage baissât par rapport à R' de la quantité indiquée par sa courbe de débit pour fournir 6,4 litres seconde. Les 9, 10 11 et 12 juin 1935, le pompage se continua avec de simples constatations de niveaux. L'observation des niveaux dans les puits aval montra que le serrage des 7 et 8 juin n'était pas suffisant pour les faire débiter. Les forages réglés débitaient donc trop; leurs courbes de débit ne correspondaient plus aux courbes établies au moment des pompages individuels. Les conditions de fonctionnement étaient en effet différentes: par le pompage simultané de tous les forages on avait un abaissement général de la nappe; on devait admettre toutefois que la courbe actuelle de chaque puits était sensiblement parallèle à la courbe primitive. Il suffisait alors de réduire le débit de chacun à un chiffre théorique plus faible jusqu'à l'équilibre final.

Ce réglage fut ainsi effectué de proche en proche en recommençant par les premières séries pour le débit individuel théorique de 5 litres par seconde, puis de 4 litres seconde. Après ces opérations, tous les forages donnaient le même débit, sauf les numéros 1, 3, 4, 8, 24 qui, vanne grande ouverte, ne pouvaient fournir avec la dépression obtenue le même débit que les autres. Des calculs simples nous montrent que les 20 puits les plus productifs doivent fournir un débit réel moyen de 5,84 litres seconde, les forages n^{os} 1, 4, 8 et 24, un débit moyen réel variant de

4,68 à 5,92 litres seconde. Seul le forage n° 3 est très inférieur comme production avec 1,56 litre seconde.

Le but était donc atteint, puisque le débit était pratiquement réparti également sur l'ensemble de la ligne des puits. On aurait pu, il est vrai, obtenir une répartition encore plus régulière du débit: de gros inconvénients en seraient certainement résultés. Certaines vannes ne sont ouvertes que d'un tour et quart ou un tour et demi par exemple; en les fermant davantage on provoquerait une usure prématurée des conduites par des phénomènes de cavitation. On fonctionnerait d'autre part sous un vide et sous une hauteur d'aspiration plus grande, ce qui aurait pour effet d'augmenter les dégagements d'air, de nécessiter une marche un peu plus fréquente des pompes à vide et surtout, le plan d'eau dans le puits de l'usine étant abaissé, de faire consommer aux pompes élévatoires une plus grande quantité d'énergie.

Dans les consignes pour l'exploitation des nouveaux captages, passées aux employés du Service des eaux, la société « Eau et Assainissement » indique le nombre de tours d'ouverture auquel la vanne de chacun des puits a été laissée, ainsi que les dénivellations en marche correspondantes.

La Société adjudicataire remplissait donc ses engagements: en juin 1935, le débit fourni pendant un pompage de 10 jours sans arrêt fut de 12.000 m³ par jour sans que la nappe en fut influencée, ce qui permettait aux ingénieurs de dire que le captage pouvait débiter « vraisemblablement 2 ou 3 fois plus ».

Pendant les essais de rendement, des prélèvements furent effectués par M. DIMITRI, directeur du laboratoire du Conseil supérieur d'hygiène publique de France; nous aurons l'occasion de revenir plus loin sur la qualité des eaux; contentons-nous de dire dès maintenant que les résultats de ces prélèvements furent excellents.

La Ville de Châlons est à l'heure actuelle alimentée uni-

quement par l'eau de la rive droite; les nouveaux forages suffisent largement aux besoins de la population.

Cette captation dont s'enorgueillit la Ville de Châlons avait grevé lourdement le budget. Les sommes dépensées pour son établissement avaient suscité les critiques violentes de nombreux habitants qui ne comprenaient pas qu'une Municipalité pût engager de pareilles sommes pour obtenir la certitude de jouir d'une eau saine et abondante.

Ne valait-il pas mieux voir « trop grand », plutôt que de gaspiller en solutions d'attente des sommes plus considérables? Pour la réalisation de ce projet, la Ville de Châlons avait dépensé la somme de 2.265.000 francs, non compris l'achat des terrains formant le périmètre de protection. Nous allons maintenant donner le prix de quelques-uns des principaux ouvrages.

Puits filtrants: 25 puits à 32.800 fr..	820.000	»
Chambre de jonction.	40.000	»
Conduites de 400 mm. de diamètre, 140 mètres.	44.800	»
Conduites de 500 mm. de diamètre, 140 mètres.	55.300	»
Traversée de la Marne en galerie cir- culaire.	850.000	»
Passage sous les voies de chemin de fer.	85.000	»
Puisard d'arrivée à l'usine des eaux .	82.000	»
Fourniture et pose d'une conduite d'as- piration de 500 mm.	26.000	»
Station de vide établie à l'usine des eaux.	30.000	»
Appareil automatique de stérilisation.	12.000	»
Frais d'analyse et essais de débit. . . .	28.000	»
	2.073.000	»

Renforcement du refoulement : pose d'une conduite de 600 mm.	180.600 »
Raccordement à l'usine des eaux et aux réservoirs anciens et nouveaux.	11.300 »
	2.265.000 »

La réalisation du projet de la société « Eau et Assainissement », qu'il convient de féliciter chaleureusement pour ce travail, écarte donc tout danger de pénurie d'eau pour de nombreuses années. La nappe des alluvions est pratiquement inépuisable et toutes dispositions ont été prises pour permettre l'extension de la captation par le forage de nouveaux puits.

Depuis la mise en service, des prélèvements sont faits chaque mois, conformément aux engagements de la Société et envoyés au laboratoire du Conseil supérieur d'hygiène publique de France, aux fins d'analyse. La qualité de l'eau est donc attentivement surveillée. Si toutefois, les fortes crues de la Marne provoquaient une pollution de la nappe par pénétration verticale de leurs eaux, il y aurait lieu, à ce moment, de répéter les analyses à dates rapprochées et de mettre immédiatement en service l'appareil de verdunisation. Il nous semble, en effet, en présence des résultats des analyses effectuées aux termes du contrat de la Société et par nous-même que cette mesure est superflue en temps ordinaire.

En terminant ce chapitre, qu'il nous soit permis de rappeler le vœu émis par quelques Conseillers municipaux, au cours de la discussion des projets de captage, vœu dont la réalisation sera l'œuvre de demain. La plus grande partie de la Ville est en effet, située sur la rive droite et alimentée par une conduite qui passe dans le pont établi sur la Marne. Il faut donc prévoir le doublement de cette canalisation par

un siphon noyé dans le fond de la rivière, afin d'éviter que la démolition du pont en cas de guerre ne prive la cité d'eau potable, comme cela a failli se produire en 1914.

Renseignements sanitaires sur la Ville de Châlons

Le problème de l'eau potable est essentiellement un problème sanitaire. C'est pourquoi il est indispensable lorsqu'on étudie dans une ville les étapes de la solution de ce problème, d'envisager parallèlement toutes les mesures concomittantes qui ont été adoptées pour assurer le succès de cette œuvre et toutes les conséquences favorables qui ont découlé de sa réalisation.

L'efficacité d'une politique de l'eau potable « doit en définitive se juger à son rendement sanitaire ». S'il est difficile de rassembler des statistiques rigoureusement exactes concernant la mortalité ou la morbidité d'un pays ou d'une ville, on peut cependant admettre en se basant sur l'expérience, l'existence de certains principes, de certaines lois qui régissent l'évolution de ces phénomènes. De nombreux auteurs, REINICKE, HIRAM, MILLS, SEDWIGCK et MAC NUTT ont montré que la purification de l'eau de boisson avait pour conséquence la diminution des maladies non transmissibles par l'eau. ALLEN HAZEN va même jusqu'à prétendre que le gain d'un décès par fièvre typhoïde permet d'en gagner deux ou trois pour l'ensemble des autres maladies.

L'eau de boisson n'est pas seulement capable de transmettre certaines maladies dont les germes sont principalement véhiculés par cet élément; elle possède également une influence certaine sur l'étiologie d'autres processus morbides, tels qu'affections chroniques de l'intestin, artériosclérose et même pneumonie et tuberculose.

Qui sait même si le procédé de purification n'exerce pas à la longue une influence spéciale sur l'organisme humain?

Sur 100.000 habitants, on relève moins de 10 cas de fièvre typhoïde avec un seul décès dans les pays et villes anglo-saxons ou scandinaves, dotés d'une eau saine et abondante, alors qu'en Europe, en Pologne, en Italie, au Japon et en Russie, pays où la question de l'eau est moins avancée, ces chiffres doivent être multipliés par le coefficient 8 ou 10.

Sous ce rapport, notre cité n'est pas trop à plaindre: depuis de nombreuses années, un bureau d'hygiène y fonctionne. Placé sous la direction d'un médecin, cet organisme est chargé d'étudier toutes les questions d'hygiène intéressant la vie d'une grande ville: lutte contre le taudis, les logements insalubres, désinfection, surveillance de la propreté de la ville, surveillance de la vente de certaines denrées, surveillance des eaux potables, plan d'assainissement de la Ville. Le Directeur du bureau d'hygiène consigne en outre, chaque année, dans un rapport, tous les renseignements démographiques concernant la population de la Ville. Nous avons relevé dans les archives différents chiffres qui ont trait à la mortalité typhique.

En 1891, M. BROUARDEL, dans un rapport sur la répartition de la fièvre typhoïde en France (*Journal Officiel* du 30 avril), rangeait Châlons dans la classe n° 1 la plus favorisée. Pour la période triennale 1886-87-88, la population civile accusait 2,5 décès typhiques pour 10.000 habitants. Parmi les villes d'importance égale ou supérieure à Châlons, 7 seulement pouvaient se targuer d'une mortalité inférieure. Durant les quatre années suivantes, la population étant toujours de 20.000 habitants, on relève 17 décès typhiques, soit 2,1 pour 10.000 habitants. La mortalité typhique dans la garnison de Châlons nous fournit également des indications très exactes. L'eau de la Ville n'a été fournie aux casernes qu'à partir du mois de juillet 1882; auparavant, c'était l'eau de puits qui était consommée.

	1 ^{re} période de 10 ans 1872 à 1881 eau de puits	2 ^e période de 10 ans 1882 à 1891
Effectif total de la garnison.....	23.399	39.635
Décès typhiques (nombre).	9	11
Proportion pour 10.000 hommes..	3,8	2,7

Cette statistique permettait à M. BROUARDEL de classer Châlons

au premier rang dans le tableau des 159 garnisons les plus importantes et avant les villes les moins typhogènes de la région Nord (Lille, Arras, Soissons) [5].

Avant la guerre de 1914-18, la mortalité de Châlons dépassait de beaucoup la moyenne (17,84 ‰) de celle de la France.

Années		Décès pour 1.000	Fièvre typhoïde pour l'ensemble de la population
1902	26.737 habitants	22,4	0
1903		22,1	0
1904		22,7	1
1905		25,8	5
1906	27.808 habitants	20,7	2
1907		21	3
1908		24	2
1909		24,5	1
1910		23	4
1911	31.367 habitants	22,6	4
1912		18,5	3

La mortalité par fièvre typhoïde, moins élevée que dans d'autres grandes villes à la même époque, était ordinairement inférieure à la mortalité typhique moyenne de la France.

Après la guerre, nous notons une diminution de la mortalité par fièvre typhoïde.

Années		Décès pour 1.000	Mortalité par fièvre typhoïde
—		—	—
1925	31.382 habitants	22,7	pas de renseignements à ce sujet.
1926		22,4	
1927		20,6	pas de décès.
1928		21,3	pas de renseignements à ce sujet.
1929	32.307 habitants	20	1 décès en avril.
1930		22	pas de décès.
1931		20,4	pas de décès.
1932		19,8	pas de décès.
1933		22,9	pas de décès.
1934		18,7	1 décès en octobre.
1935		21,1	1 décès en août.

Dans les années les plus défavorables, la mortalité typhique, rapportée à 10.000 habitants, est inférieure à la moyenne 3,8 constatée en France au cours de l'année 1933.

Le décès survenu en 1929 intéressait d'ailleurs un militaire d'une garnison extérieure.

De 1929 à 1933, sept autres cas de fièvre typhoïde non suivis de décès, furent constatés aux dates et lieux suivants:

27 septembre 1930		rue de l'Abreuvoir, n° 4.
22 avril 1932		rue Delfraise, n° 7.
16 novembre 1932		rue Léon Bourgeois, n° 129
12 avril 1933.		25 ^e Régiment d'Artillerie.
7 juin 1933		10 ^e Train de Rennes.
25 mars 1933		372 ^e R. A. L. V. F.
26 août 1933.		4 ^e Régiment d'Infanterie.

Les immeubles habités par ces malades étaient tous dépourvus de la distribution d'eau de la Ville. Le même phénomène se reproduit pour les décès par fièvre typhoïde. Et par conséquent, les chiffres que nous avons donnés précédemment pour exprimer la mortalité typhique, sont bien

au-dessus de la réalité. Il n'en reste pas moins vrai que dans notre Ville, la mortalité générale est un peu plus élevée que dans le reste de la France.

La mortalité moyenne de la France s'est élevée pour les années 1932, 1933, 1934 respectivement à 15,8, 15,8 et 15,1 décès pour 1.000 habitants. Parallèlement, les statistiques démographiques du bureau d'hygiène de Châlons nous fournissent les chiffres suivants: 19,8, 22,9, 18,7 décès pour 1.000 habitants. Cette surmortalité pendant 3 années consécutives a mis en éveil les pouvoirs publics. Le médecin Inspecteur départemental d'hygiène fut chargé par l'autorité préfectorale de se livrer à une enquête aux termes de laquelle on découvrit que la surmortalité s'expliquait par la présence de nombreux hospices ou maisons de retraite dans notre Ville.

Bref, les Châlonnais peuvent s'estimer heureux; au regard de tant de grandes villes qui ont fait des efforts considérables, parfois en vain, pour assurer l'eau potable à leur population, Châlons jouit d'une situation privilégiée.

Les derniers travaux effectués pour augmenter la quantité et la qualité de l'eau distribuée aux habitants contribueront pour une grande part à l'amélioration de cette situation. Nous ne nous cachons pas cependant que cette œuvre est loin d'être parfaite et complètement terminée.

Tout d'abord, il faudrait supprimer l'usage des eaux autres que celles de la Ville. Il existe, en effet, encore des puits: rares dans le centre de la ville, ils sont plus nombreux dans les faubourgs et les quartiers récemment construits. Généralement peu profonds, ils sont exposés à de nombreuses causes de contamination.

Depuis de nombreuses années on impose dans toute nouvelle construction des fosses d'aisances étanches, mais il n'en était pas de même autrefois et toutes les anciennes bâtisses sont dotées de fosses perdues dont le contenu s'infiltre dans les terrains situés aux alentours et pollue l'eau des puits

creusés dans le voisinage. Le bureau d'hygiène est fréquemment amené à faire l'analyse de l'eau de puits infectés; le Colibacille s'y rencontre presque toujours en abondance. Le bureau d'hygiène invite alors les propriétaires à faire désinfecter leur puits ou en interdit l'usage. Plus fraîche, sans doute, que l'eau de la Ville, l'eau des puits est par contre beaucoup plus chargée que cette dernière en matières organiques, sels ammoniacaux, nitrates, dont l'excès peut causer des désordres dans l'organisme.

En second lieu, la question des égouts n'a pas encore reçu de solution satisfaisante. Le réseau d'égouts de Châlons, construit à des époques différentes, manque d'homogénéité. Il n'a pas un développement considérable et certains quartiers neufs en sont même totalement dépourvus. Là où ils existent, les égouts ne reçoivent, en principe, que les eaux pluviales et les eaux ménagères mais, en réalité, bon nombre de fosses d'aisance viennent s'y déverser. Ces égouts aboutissent au Nau, au Mau et à la Marne; leurs eaux, au moment des crues, refluent loin de leurs embouchures et par temps de sécheresse, leurs orifices dégagent des odeurs malsaines. Il serait donc nécessaire que la Ville poursuive méthodiquement l'exécution d'un réseau d'égouts mieux adapté aux nécessités de l'hygiène moderne.

Cette question fait d'ailleurs partie du plan d'assainissement de la Ville, au même titre que la lutte contre les logements insalubres et la création de quartiers neufs.

CHAPITRE IV

TECHNIQUE OPÉRATOIRE DES ANALYSES CHIMIQUES ET BACTÉRIOLOGIQUES

Technique opératoire de l'analyse chimique .

1° Prélèvement des échantillons destinés à l'analyse chimique.

Les prélèvements pour l'analyse chimique ont toujours été effectués après les prélèvements pour l'analyse bactériologique. Nous avons transporté l'eau au laboratoire dans des touries d'une dizaine de litres qui, avant chaque prélèvement, ont subi le traitement suivant: lavage avec une solution diluée chaude de permanganate de potassium acidulée par de l'acide sulfurique, puis rinçages répétés à l'eau distillée. Les touries étaient ensuite rincées avec l'eau à analyser, remplies à l'aide d'un autre récipient: litre, par exemple, que nous avons nettoyé de la même façon et munies de bouchons en liège neuf. Nous avons noté la température de l'eau et de l'air ainsi que l'état atmosphérique avant et pendant le prélèvement.

Lorsque nous avons prélevé l'eau soit à des fontaines publiques, soit à l'aide de pompes, nous avons fait fonctionner les unes ou les autres pendant 5 minutes environ avant le prélèvement, afin d'éliminer l'eau qui aurait pu séjourner dans les tuyaux.

Les échantillons étaient ensuite transportés au laboratoire le plus rapidement possible.

2° Marche de l'analyse chimique.

Nous avons adopté pour l'analyse l'ordre suivant, ordre imposé par la nécessité de procéder tout d'abord à la recherche et au dosage des substances qui peuvent soit se transformer, soit subir des variations.

1° Gaz dissous dans l'eau: dosage de l'oxygène dissous, dosage du gaz carbonique total, combiné, libre et demi-combiné ;

2° Matières organiques;

3° Eléments anormaux : coefficient d'altérabilité de A. LÉVY ; azote ammoniacal, nitreux, nitrique, albuminoïde;

4° Caractères organoleptiques de l'eau;

5° Eléments fixes: résidu à 110°, résidu au rouge, perte au rouge, chlorures, phosphates, sulfates, degré hydrotimétrique total et permanent, alcalimétrie totale et permanente, silice, fer et alumine, chaux, magnésie.

3° Signification et dosage des divers éléments.

Nous avons cru bon de décrire d'une façon sommaire dans les pages qui suivent les techniques employées pour les recherches ou dosages des divers éléments.

Oxygène dissous.

L'eau renferme, en général, comme gaz dissous, de l'oxygène, du gaz carbonique et de l'azote. Le dosage de l'oxygène dissous peut servir de test de contamination dans une analyse d'eau. On a remarqué, en effet, qu'une eau riche en

oxygène n'est pas ordinairement polluée; on y trouve peu de matières organiques et une flore microbienne restreinte.

Une eau potable doit contenir au moins 8 cm³ d'oxygène dissous par litre; s'il y a moins de 3 cm³ d'oxygène dissous par litre, l'eau est suspecte, à moins qu'elle ne provienne de puits profonds.

Nous avons adopté la méthode de MOHR, modifiée par Albert LÉVY. Le volume de la pipette de LÉVY a été déterminé une fois pour toutes. Après avoir effectué ce dosage, nous remplissons, avec l'eau à analyser, un flacon bouché à l'émeri contenant environ 500 cm³ d'eau. Après avoir laissé cette eau séjourner pendant 48 heures à l'étuve à 37°, nous répétons le dosage de l'oxygène dissous. La quantité d'oxygène dissous peut, en effet, diminuer rapidement dans une eau riche en germes et matières organiques. A l'aide des deux dosages effectués à 48 heures d'intervalle, on peut établir le coefficient d'altérabilité d'Albert LÉVY.

$$\frac{\text{Perte d'oxygène}}{\text{Quantité primitive d'oxygène}} = \text{Coefficient d'altérabilité.}$$

Le coefficient sera d'autant plus élevé et plus proche de 1 que l'eau sera plus polluée.

Gaz carbonique total.

Nous avons mesuré 250 cm³ d'eau dans un erlen de 350 cm³ bouché à l'émeri, complété jusqu'au bouchon avec de l'eau de chaux récemment préparée et filtrée, en ayant soin de n'emprisonner aucune bulle d'air. Après repos de la veille au lendemain, le précipité de CO³ Ca qui s'est formé est recueilli sur un petit filtre sans plis, lavé ainsi que l'erlen avec de l'eau redistillée bouillie. Le filtre et son contenu sont de nouveau introduits dans l'erlen, additionnés de 50 cm³ d'eau redistillée et d'un léger excès d'HCl N/10. On dose en retour par la NaOH N/10 en présence d'hélianthine.

Gaz carbonique combiné.

Nous portons 100 cm³ d'eau à l'ébullition pendant 5 minutes en présence de 10 cm³ SO⁴H² N/10. Nous dosons l'excès de SO⁴H² N/10 par la NaOH N/10 en présence d'hélianthine et nous en déduisons la proportion de gaz carbonique combiné.

Gaz carbonique libre et demi combiné.

S'obtient en faisant la différence entre les deux dosages précédents.

Matières organiques.

La détermination de la quantité de matières organiques contenues dans une eau est d'une grande importance pour l'analyse chimique. On désigne d'ailleurs sous ce nom de matières organiques de nombreuses substances azotées ou hydrocarbonées, d'origine végétale ou animale, oxydables par le permanganate de potassium. Nous avons eu recours, pour leur dosage à la méthode d'Albert LÉVY, modifiée de la façon suivante: nous avons opéré sur 100 et 200 cm³ d'eau et nous avons utilisé une solution de permanganate de potassium N/80.

La différence entre les quantités de MnO⁴K employées dans les deux dosages donne directement la quantité d'oxygène (exprimée en milligrammes) consommée par les matières organiques.

Il est indispensable d'effectuer toujours le dosage des matières organiques dans les mêmes conditions, afin de réduire au minimum les causes d'erreur.

Nous avons toujours pratiqué les dosages en milieu acide et en milieu alcalin; la prédominance de matières organiques oxydables en milieu alcalin laisse, en effet, soupçonner une souillure d'origine animale et oblige à rejeter l'eau.

Azote ammoniacal.

Il est nécessaire de rechercher et de doser dans toutes les eaux l'azote ammoniacal. Les sels ammoniacaux proviennent, en général, de la décomposition des matières organiques; ils ne sont qu'un terme de passage et sous l'action de micro-organismes, se transforment en nitrites, puis en nitrates.

Nous avons pu mettre en évidence et doser très souvent l'azote ammoniacal dans toutes les eaux soumises par nous à l'analyse. Cet azote ammoniacal existe dans toutes les eaux en quantité souvent très faible, d'où nécessité d'opérer sur le distillat d'un volume d'eau assez considérable.

Voici la méthode que nous avons adoptée:

Dans un ballon en Pyrex d'une capacité d'un litre, nous introduisons 750 cm³ d'eau à analyser et quelques grammes de magnésie calcinée. Nous relions ce ballon à un appareil de SCHLÆSING et AUBIN. La distillation doit s'effectuer très lentement (1 heure environ); théoriquement, l'ammoniaque doit passer entièrement dans les 50 premiers cm³ de distillat. Il est plus prudent cependant de recueillir 150 cm³ dans 3 tubes de NESSLER jaugés à 50 cm³. Dans chacun des tubes, ajouter 2 cm³ de réactif de NESSLER, préparé selon la formule de FRANÇOIS:

Iodure mercurique	25 gr.	Ce réactif
Iodure de potassium ...	18,25 gr.	sera alcalinisé à l'avance
Potasse en plaques	75 gr.	il sera ainsi limpide
Eau distillée qsp	1.000	pour l'emploi

Il permet de déceler jusqu'à 0 mg. 005 d'ammoniaque.

La coloration qui apparaît, s'il y a présence d'ammoniaque, n'atteint son maximum d'intensité que 10 minutes environ après l'addition de réactif.

Pour le dosage, nous avons utilisé une échelle colorimétrique établie à l'aide de tubes de NESSLER, contenant 50 cm³

d'eau distillée exempte d' NH^3 additionnée de quantités croissantes d'une solution de chlorure d'ammonium à 3 g. 15 °/100 diluée au 1/100. La comparaison se faisait en appréciant la coloration, suivant l'axe des tubes.

Avant chaque recherche d'azote ammoniacal dans les eaux, nous avons eu soin d'épuiser l'appareil de SCHLÆSING et AUBIN qui, comme nous avons pu le constater, contient toujours au repos des traces de NH^3 . Nous avons donc réuni l'appareil à un ballon contenant de l'eau distillée exempte de NH^3 et nous avons continué la distillation jusqu'au moment où l'eau recueillie à la sortie du serpentin ne donnait plus la réaction de NESSLER.

Azote nitreux.

La présence de l'azote nitreux dans une eau constitue un test certain de contamination. Les nitrites proviennent des sels ammoniacaux ou des nitrates qui auraient subi une dénitrification. Ces nitrites instables évoluent rapidement vers le stade nitrates. Ils indiquent la plupart du temps une contamination rapprochée.

Pour les déceler, nous avons eu recours au réactif de TROMSDORF, qui donne de bons résultats, à condition de négliger les colorations apparaissant au-delà de 5 minutes, et au réactif de GRIESS.

Azote nitrique.

Beaucoup d'eaux renferment des quantités notables de nitrates et n'accusent pas la présence de nitrites ou d'azote ammoniacal.

Si l'examen bactériologique est satisfaisant, ces résultats prouvent en général que l'eau est pure. L'azote nitrique est, en effet, le dernier stade de l'évolution de l'azote, qu'il provienne de sels ammoniacaux ou de matières organiques. Sa

présence indiquerait donc une épuration de l'eau sous l'action des germes nitrifiants du sol.

Certaines eaux renferment des quantités élevées de nitrates; doit-on, d'autorité, les considérer comme suspectes? Avant de résoudre ce problème, il est indispensable d'étudier le terrain, les couches traversées, la nature de l'eau.

Les cours d'eau renferment, en général, peu de nitrates; les eaux souterraines, les eaux de puits, par contre, en contiennent parfois d'assez fortes quantités.

Il ne faut donc pas juger de la potabilité d'une eau en se basant uniquement sur sa teneur en nitrates. « Lorsque les proportions de chlorures, associés aux nitrates, écrit BON-JEAN, deviennent très considérables, il convient de ne conclure qu'avec circonspection. Enfin, ajoute-t-il autre part, dans les eaux de puits peu profonds, creusés au centre des agglomérations, qui reçoivent presque inévitablement des infiltrations d'eaux résiduaires, de liquides de fosses d'aisances les proportions de nitrates sont souvent énormes et les chlorures y existent, concurremment, à doses massives. La souillure de telles eaux est manifeste. Même si l'examen bactériologique était satisfaisant, on devrait néanmoins considérer comme dangereuses des eaux contenant des proportions élevées de nitrates » [4].

Pour le dosage, nous avons utilisé la formation d'acide picrique à l'aide du réactif sulfophénique de GRANDVAL et LAJOUX. La comparaison a été faite au colorimètre de DUBOSC, à l'aide d'une gamme étalon obtenue avec une solution titrée de nitrate de potassium.

Azote albuminoïde ou organique.

Pour le doser, nous avons suivi le procédé de VANKLYN et CHAPMAN, qui utilise le résidu de distillation de l'azote ammoniacal. Nous introduisons dans le ballon qui contient ce résidu, de la potasse et 50 cm³ d'une solution alcaline de

permanganate de potassium. Nous portons le tout à une douce ébullition pendant 30 minutes. Le permanganate de potassium désintègre les matières organiques et met en liberté l'azote sous forme d'ammoniaque. En chauffant un peu plus fortement, on recueille le distillat dans des tubes de NESSLER et on dose par comparaison avec des tubes étalons comme dans le cas de l'azote ammoniacal. Les eaux renferment très souvent de l'azote organique; d'après certains auteurs une eau contenant plus de 0 mg. 10 d'azote albuminoïde par litre serait à rejeter.

Caractères organoleptiques de l'eau.

On attachait autrefois beaucoup d'importance à la détermination de ces caractères; on considère actuellement qu'ils ne permettent de déceler que des pollutions considérables de l'eau. Des recherches récentes ont cependant montré que la mesure de la turbidité de l'eau pouvait fournir aux chimistes des indications intéressantes sur sa nature. Pour chacun de nos échantillons, nous avons noté l'odeur, la saveur, la limpidité.

Le Formulaire des Hôpitaux militaires préconise l'emploi de la technique suivante pour apprécier l'odeur: chauffer 200 cm³ d'eau placés dans un cristalliseur recouvert d'une lame de verre jusqu'à émission des premières bulles de l'ébullition. Laisser refroidir 5 minutes. Animer le cristalliseur d'un mouvement circulaire, écarter le verre et apprécier l'odeur.

ELÉMENTS FIXES

Résidu fixe.

Nous avons évaporé au B. M. 200 cm³ d'eau dans une capsule de nickel tarée avec une lame de verre. La capsule et son contenu ont été placés à l'étuve réglée à 110° pendant

une demi-heure. La pesée a été effectuée après refroidissement sous exsiccateur.

Résidu au rouge sombre.

Le résidu précédent a été chauffé modérément sans dépasser le rouge sombre au mouffle jusqu'à ce que les cendres soient blanches. Après refroidissement, arroser les cendres avec quelques gouttes de solution de carbonate d'ammoniacale au 1/5. Dessécher à l'étuve à 110° pour éliminer l'excès de sel ammoniacal et peser après refroidissement.

Chlorures.

Les chlorures peuvent avoir une origine naturelle et provenir par exemple de terrains salifères traversés par les rivières ou baignés par les nappes souterraines.

On peut consommer sans danger des eaux renfermant jusqu'à 1 gramme de chlorure de sodium par litre. Mais lorsque les couches géologiques ne sont pas responsables de la forte quantité de chlorures, on doit soupçonner une pollution d'origine animale.

Les eaux potables renferment en général peu de chlore.

Avant de conclure, il est nécessaire, néanmoins, de considérer le résultat des autres tests.

Nous avons concentré 500 cm³ d'eau à 100 cm³ par évaporation au B. M., en présence de quelques gouttes d'acide azotique, et nous avons dosé les chlorures par la méthode de CHARPENTIER VOLHARD.

Sulfates.

Nous avons dosé les sulfates par la voie pondérale en opérant sur 500 cm³ d'eau que l'on concentre à 50 cm³ environ et en les précipitant à l'ébullition par addition d'une solution de chlorure de baryum à 10 %.

Certaines eaux sont très chargées en sulfates, ce qui ne les empêche pas d'être propres à l'alimentation. Pour d'autres usages que la préparation des aliments, de fortes proportions de sulfates dans les eaux peuvent présenter des inconvénients.

Phosphates.

Pour leur recherche, nous avons employé le réactif nitromolybdique. La méthode de DENIGÈS, modifiée par PIERRON, nous a permis de les doser avec précision [38].

La présence d'acide phosphorique dans les eaux peut indiquer une contamination par les matières fécales ou l'urine, mais il faut se rappeler qu'elle peut également provenir de certaines eaux résiduaires et de la dissolution par les eaux d'engrais phosphatés.

Degré hydrotimétrique total et permanent.

Méthode classique bien connue, qu'il est inutile de rappeler ici. Avant chaque série d'essais, nous avons déterminé le titre de la liqueur de savon par rapport à une liqueur étalon de chlorure de baryum. Le degré hydrotimétrique a servi pendant longtemps à apprécier la dureté d'une eau. A l'heure actuelle, on ne lui demande que de fournir des indications sommaires et approximatives sur la composition minérale de l'eau.

Alcalimétrie totale et permanente.

Les résultats fournis par ces dosages permettent de connaître les variations de minéralisation des eaux. On obtient ainsi en bloc l'alcalinité de l'eau par la détermination de l'alcalimétrie totale. Nous avons toujours opéré sur 100 cm³ d'eau en présence d'une goutte d'hélianthine. L'alcalimétrie permanente nous donne simplement la teneur de l'eau en

carbonates alcalins. Nous portons 100 cm³ d'eau à l'ébullition dans une fiole conique surmontée d'un réfrigérant ascendant pendant 30 minutes. Les carbonates de chaux et de magnésie précipitent, les bicarbonates alcalins restent en solution. Ce sont eux que l'on dose dans le filtrat en présence d'hélianthine comme indicateur. Il est bon d'utiliser toujours la même fiole et de faire un témoin dans les mêmes conditions avec 100 cm³ d'eau distillée.

Les alcalimétries totale et permanente seront évaluées en milligrammes de carbonate de chaux par litre.

Silice.

En raison des faibles quantités de silice, de fer, d'alumine, de chaux et de magnésie contenues dans les eaux soumises à l'analyse, nous avons opéré pour ces déterminations sur le produit de la concentration de 3 litres d'eau.

L'évaporation de l'eau acidulée par 10 cm³ d'acide chlorhydrique, commencée à feu nu est terminée au B. M. Au résidu de l'évaporation on ajoute 5 cm³ d'acide chlorhydrique pur pour décomposer les silicates alcalino-terreux et on évapore à siccité. On abandonne ensuite le tout dans l'étuve à 150° pendant 1 heure.

Après refroidissement, on traite le résidu par l'acide chlorhydrique chaud dilué au 1/5. On filtre: la silice insolubilisée reste sur le papier. On lave jusqu'à ce que les eaux de lavage n'aient plus de réaction acide: on dessèche, on calcine au moufle et on pèse.

Oxyde de fer et alumine.

Nous avons dosé ensemble ces deux éléments: la liqueur restant après la séparation de la silice a été additionnée à l'ébullition d'un filet d'acide azotique pour oxyder le fer, puis traitée par 20 cm³ de solution de chlorure d'ammo-

nium à 20 % et par un excès d'ammoniaque (la réaction doit être alcaline). Fer et aluminium précipitent à l'état d'hydrates, qui sont recueillis sur un filtre, lavés à l'eau distillée bouillante, séchés, calcinés dans une capsule tarée et pesés.

Chaux.

Dans la liqueur provenant du dosage précédent, acidifiée par l'acide acétique, nous avons précipité la chaux par 10 cm³ de solution d'oxalate d'ammonium à 10 % à l'ébullition pendant quelques minutes pour éviter la précipitation d'oxalate de magnésie.

Après un repos de 12 heures, nous recueillons le précipité sur un filtre, nous le lavons à l'eau distillée bouillante, puis nous le dissolvons dans de l'acide sulfurique au 1/5. Dans cette solution d'acide oxalique, portée à 60°, nous ajoutons la liqueur décimale de permanganate de potassium jusqu'à coloration rose. Les résultats sont exprimés en Ca O.

Magnésie.

A la liqueur précédente, concentrée à 100 cm³ environ, nous ajoutons 5 cm³ d'ammoniaque, 10 cm³ de solution de chlorure d'ammonium à 20 % et 10 cm³ de solution de phosphate de soude à 10 %. La magnésie précipite à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien par agitation pendant quelques minutes. Nous recueillons, après 24 heures de repos, le précipité sur un filtre, nous le lavons à l'eau ammoniacale au 1/5 jusqu'à ce que l'eau de lavage acidulée par l'acide azotique ne précipite plus par le nitrate d'argent. Après dessiccation, nous calcinons dans un creuset jusqu'à ce que les cendres soient bien blanches. Du poids de pyrophosphate de magnésie, on déduit celui de la magnésie.

4° *Interprétation des résultats.*

Les tableaux suivants indiquant les limites entre lesquelles peuvent varier quelques-uns des éléments contenus dans les eaux destinées à la consommation, vont nous permettre de formuler une appréciation sur la qualité des différentes eaux soumises à notre examen.

Voici, tout d'abord, la classification établie par le Comité consultatif d'hygiène publique de France (1) :

	Eau très pure	Eau potable	Eau suspecte	Eau mauvaise
Chlore en Cl	< 15	< 40	50 à 100	> 165
Chlore en NaCl	< 27	< 66	85 à 165	> 165
Acide sulfurique en SO ³	2 à 5	5 à 30	> 30	> 50
— en SO ⁴ Ca .	3 à 8	5 à 50	> 50	> 85
Oxygène emprunté au perman- ganate alcalin	< 1	< 2	2 à 3	> 4
Perte au rouge	< 15	< 40	40 à 70	> 100
Résidu à 110°	< 150	< 400	400 à 700	> 700
Degré hydrotimétrique total ..	5° à 15°	15° à 30°	> 30°	> 100°
Degré hydrotimétrique perma- nent	2° à 5°	5 à 12°	12° à 18°	> 20°

Cette classification a l'inconvénient de ne pas tenir compte des 3 éléments suivants: azote ammoniacal, azote nitreux, azote nitrique qui, à eux seuls, permettent de déceler une contamination.

Le Congrès international pharmaceutique de Bruxelles, en 1885, a fixé comme limites, pour une eau potable, les chiffres suivants (1) :

Matières organiques	< 2,5 en oxygène
Ammoniaque	< 0,5
Azote albuminoïde	< 0,1

(1) Les résultats sont exprimés en milligrammes par litre.

Résidu au rouge	< 500
Sulfates en SO^3	< 60
Chlore en Cl	< 8
N^2O^5 (anhydride azotique)	< 2
Oxydes alcalino-terreux	< 200
Silice	< 30
Fer	< 3
Nitrites	néant
Hydrogène sulfuré	néant
Sulfures	néant
Sels métalliques autres que fer, alumine, magnésie.	néant

Enfin, le Formulaire des Hôpitaux militaires classe les eaux en 3 catégories: suspecte, bonne ou mauvaise, d'après la teneur en chlorures.

1. — 30 à 50 milligrammes NaCl par litre :

- | | |
|--|-----------------|
| a) Soit présence de nitrites ou d'ammoniaque. | } Eau suspecte. |
| Soit présence de nitrites: 10 mg. de NH^3 | |
| Soit présence de matières organiques: 2 mg. | |
| b) Pas de nitrites. | } Eau bonne. |
| Pas de nitrates. | |
| Pas d'ammoniaque. | |
| c) Matières organiques. | } Eau mauvaise. |
| Nitrates. | |
| Présence de nitrites avec ou sans ammoniaque. | |

2. — 50 à 60 milligrammes de NaCl par litre :

- | | |
|------------------------------------|-----------------|
| Soit présence de nitrites. | } Eau mauvaise. |
| Soit présence de sels ammoniacaux. | |
| Avec ou sans nitrites. | |

3. — 50 à 60 milligrammes de NaCl par litre :

- | | |
|--|-----------------|
| a) Absence de nitrates. | } Eau suspecte. |
| Absence de nitrites. | |
| Absence de sels ammoniacaux. | |
| Matières organiques: 2 à 3 milligrammes. | |

- | | |
|--|-----------------|
| b) Présence de nitrites.
Présence de sels ammoniacaux.
Présence de nitrates même à une dose supérieure
à 10 milligrammes.
Matières organiques: 2 à 3 milligrammes. | } Eau mauvaise. |
| c) Absence de nitrites.
Absence de nitrates.
Absence de sels ammoniacaux.
Matières organiques: 1 à 2 milligrammes. | } Eau potable. |

Les exigences de ces différents tableaux doivent être considérées comme un idéal qu'il est bien difficile de rencontrer.

Des conclusions, s'appuyant uniquement sur les résultats fournis par l'analyse chimique, seraient sujettes à caution. C'est pourquoi il est nécessaire, tout en s'inspirant des limites formulées par ces tableaux, de tirer une conclusion en consultant à la fois les résultats des analyses chimiques et bactériologiques.

Néanmoins, nous pourrions procéder à un classement provisoire de nos prélèvements, basé sur les résultats des analyses chimiques, quitte à modifier ultérieurement nos conclusions, après examen des résultats des analyses bactériologiques.

Technique opératoire de l'analyse bactériologique

Les analyses chimiques peuvent fournir de très précieux renseignements sur la minéralisation et la potabilité des eaux. Les dosages de matières organiques, d'azote ammoniacal, d'azote nitreux, d'azote nitrique permettront, le cas échéant, de déceler les contaminations. Lorsque la bactériologie n'existait pas, ou était encore peu développée, on avait recours uniquement aux analyses chimiques. Mais bientôt la progression considérable de nos connaissances en bactériologie amorça une tendance inverse. Pendant un cer-

tain temps, délaissant la chimie, les hygiénistes n'accordèrent plus de valeur qu'aux analyses bactériologiques. On s'aperçut que l'on faisait fausse route, ce qui provoqua un retour à une conception plus équitable des choses. Il est actuellement admis qu'on ne peut porter un diagnostic sûr sur la valeur d'une eau qu'après avoir constaté et confronté les résultats des analyses chimiques et bactériologiques. Il va sans dire cependant qu'en présence d'une eau connue (eau d'alimentation d'une ville par exemple), ces deux sortes d'analyses ne sont pas nécessaires. Que ce soit pour suivre l'évolution d'une contamination passagère et accidentelle, ou surveiller la qualité de l'eau distribuée, l'analyse bactériologique fournit à l'expert les indications suffisantes que l'on peut attendre d'elle.

1° Prélèvement des échantillons.

Le prélèvement des échantillons destinés à l'analyse bactériologique a été l'objet de tous nos soins. Nous nous sommes efforcé d'éliminer toute cause de contamination accidentelle qui aurait pu fausser les résultats fournis par les différentes numérations.

Dans tous les cas, nous avons procédé nous-même et au même moment au prélèvement des divers échantillons nécessaires aux analyses chimiques et bactériologiques.

Nous avons recueilli les échantillons d'eaux dans des flacons Pyrex de 250 cm³ parfaitement propres. Ces flacons bouchés par du coton cardé et complètement enveloppés de papier, étaient stérilisés au four Pasteur en même temps que des bouchons de liège enveloppés, eux aussi de papier.

Nous avons eu soin de flamber avec une lampe à alcool les robinets ou tuyaux d'écoulement et de laisser s'écouler l'eau pendant 5 minutes environ avant d'opérer le prélèvement. Ce laps de temps écoulé, les flacons saisis avec une

grande pince flambée étaient débouchés, et remplis. Après avoir passé leur goulot dans la flamme, nous enfonçons les bouchons flambés à l'aide d'une tige de fer pointue, munie d'un disque métallique à un centimètre de la pointe.

Les flacons soigneusement étiquetés étaient ensuite transportés au laboratoire dans une caisse spéciale à double paroi contenant de la glace pilée. Cette précaution permet d'éviter la multiplication des germes, qui ne manquerait pas de se produire si le transport avait lieu à une température supérieure à 0°.

2° Marche de l'analyse bactériologique

Il n'existe malheureusement pas d'accord entre les différents laboratoires en ce qui concerne les techniques des analyses bactériologiques d'eaux.

En 1914, MM. VIGNE et CRÉMIEU, dans un rapport présenté au Congrès d'hygiène, montraient qu'il existait « autant de méthodes ou de variétés de méthodes que d'opérateurs » [54]. En présence du nombre des analyses d'eaux qu'entraînent de nombreuses adductions réalisées pendant ces dernières années, cette question mérite un examen approfondi. Il ne s'agit pas naturellement de standardiser les techniques et d'imposer des méthodes aux laboratoires. Le terrain mouvant de la biologie ne s'accorderait pas de règles d'un caractère absolu. La valeur des différentes techniques dépend de l'expérimentateur et des conditions dans lesquelles il opère :

Partout un même facteur, le plus respectable et le plus variable à la fois, intervient : l'expérience de l'opérateur, nous dit Ch. NICOLLE. Celle-ci suppose la connaissance qu'il a de ses moyens et des conditions dans lesquelles il opère. Cette expérience explique la diversité des méthodes et la légitime.

Cependant il serait utile dans cet ordre d'idées de réaliser un accord, d'essayer une unification partielle, mais non absolue des protocoles d'analyses. La comparaison et l'interprétation des résultats y gagneraient.

Nous avons soumis nos échantillons d'eaux aux trois sortes de recherches bactériologiques que nous allons étudier maintenant, en nous plaçant à un point de vue général:

analyse quantitative ou numération des germes;

analyse qualitative;

recherche des Bactéries fluorescentes par emploi de milieux synthétiques.

ANALYSE QUANTITATIVE

Numération des germes.

Le nombre des germes existant dans une eau n'a qu'une signification relative; c'est un élément d'appréciation utile mais auquel cependant il ne faut pas accorder trop de valeur. En se plaçant à un point de vue général, on peut dire cependant que plus une eau est polluée, plus sa flore microbienne est abondante. Mais il faut se méfier des exceptions: il arrive souvent qu'une eau renferme un nombre considérable de germes par cm^3 et qu'elle présente d'autre part tous les caractères de potabilité. Cela provient souvent d'une multiplication soudaine des germes d'une même espèce.

L'emplacement de la captation, le mode de captage utilisé, la nature des terrains peuvent avoir une influence considérable sur la teneur en Bactéries de l'eau.

Nous avons effectué la numération des germes aérobies sur plaques de gélatine: lesensemencements ont été pratiqués dès l'arrivée au laboratoire.

Composition du milieu de culture utilisé pour la numération des germes.

Pour nous placer dans les meilleures conditions expérimentales, notre milieu à la gélatine a été préparé à partir de bouillon de viande peptonisé suivant la technique suivante:

Nous avons fait macérer dans un litre d'eau 500 gr. de viande de bœuf, dégraissée et hachée, pendant 24 heures; nous avons ensuite versé liquide et viande dans un linge placé au-dessus d'un récipient et exprimé aussi complètement que possible. Le liquide est ensuite porté doucement à l'ébullition pendant quelques minutes; pendant toute la durée de l'ébullition, il est nécessaire de remuer avec un agitateur. Nous versons ensuite le liquide sur un filtre mouillé, nous ajoutons au filtrat 10 grammes de peptone et 5 grammes de sel et nous ajustons le liquide au pH 7,5.⁴

Après alcalinisation, le milieu est porté à l'autoclave à une température de 120° pendant une demi-heure; filtrer aussitôt le bouillon, vérifier le pH et répartir dans des matras que l'on stérilise à 115°.

Préparation de la gélatine

Bouillon peptoné	1.000 g.
Gélatine	180 g.

Nous introduisons la gélatine coupée en petits fragments dans le ballon contenant le bouillon peptonisé. La dissolution de la gélatine s'effectue par chauffage au bain-marie à 70°. Le milieu est ensuite amené au pH 7,5, collé à l'aide d'un blanc d'œuf et précipité à l'autoclave à 120° durant une demi-heure.

A la sortie de l'autoclave, le pH est de nouveau mesuré. Le milieu est ensuite réparti en tubes ou en ballons qui sont

stérilisés par tyndallisation d'une demi-heure répétée pendant 3 jours consécutifs.

Pour chaque analyse nous avonsensemencé les quantités d'eau suivantes: 0 cm³ 1, 0 cm³ 5 et 1 cm³.

Parfois, en prévision d'une eau souillée, nous avons dilué l'eau à analyser au 1/5 ou au 1/10 avec de l'eau physiologique etensemencé 0 cm³ 1, 0 cm³ 5, 1 cm³ de ces dilutions.

L'eau était déposée avec toutes les précautions habituelles dans les boîtes de PÉTRI; la gélatine préalablement liquéfiée à l'étuve à 37° était ensuite ajoutée. Quelques mouvements de rotation assuraient facilement l'homogénéité du mélange.

Les boîtes de PÉTRI ont été conservées à la température du laboratoire (16 à 20° C.); nous avons numéré les colonies aussi souvent qu'il a été nécessaire en plaçant les boîtes de PÉTRI sur un fond noir quadrillé. Pour chaque analyse nous avons compté séparément les colonies non liquéfiantes, les colonies liquéfiantes et les moisissures.

Nous avons arrêté la numération 15 jours après l'ensemencement. Lorsqu'une liquéfaction prématurée nous a forcé à suspendre l'examen des boîtes, les chiffres obtenus ont été multipliés par les coefficients de MIQUEL.

Le nombre des germes a été rapporté au cm³ et nous avons pris la moyenne des chiffres trouvés, en pratiquant la numération sur les différentes boîtes de PÉTRI.

ANALYSE QUALITATIVE

Le développement des connaissances épidémiologiques a mis en évidence l'origine hydrique de certaines maladies. L'eau constitue en effet, à la fois un milieu de culture excellent pour la multiplication des germes et un véhicule parti-

culièrement favorable à leur dissémination. Il est donc indispensable de rechercher au cours de l'analyse bactériologique, si une eau contient des espèces pathogènes.

Parmi les plus pathogènes de ces Bactéries, nous pouvons citer le Bacille typhique, les Bacilles paratyphiques, le *Vibrio* cholérique et le Bacille dysentérique.

D'autres espèces habituellement saprophytes peuvent devenir accidentellement pathogènes: *Staphylococcus* blanc, *Entérocoque*, Bacille pyocyanique, *Bacillus faecalis* alcaligenes, Colibacille, *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*.

Enfin la présence de microbes d'origine intestinale ou de microbes de la putréfaction indique généralement une contamination: à ce titre nous pouvons citer les espèces pathogènes ci-dessus mentionnées en y ajoutant le Colibacille et l'*Entérocoque*.

Comme espèces de la putréfaction, on rencontre le plus souvent: *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*, *Bacillus fluorescens liquefaciens*, *Bacillus bifidus*, *Spirillum tenue*, *Spirillum undula*, *Bacillus fluorescens non liquefaciens*, *Bacillus fluorescens putridus*, *Spirillum serpens*.

Toutes ces Bactéries ont une origine extrinsèque. Ces germes sont ordinairement abondants dans tous les résidus de la vie animale, dans toutes les matières en voie de putréfaction qui se trouvent à la surface ou à l'intérieur du sol.

On les trouve à la faveur de certaines maladies dans l'organisme humain; leur expulsion dans le milieu extérieur peut très souvent, dans des conditions particulières inhérentes à la nature du terrain ou au climat, polluer les eaux d'alimentation d'une cité.

Il semble à première vue que pour déceler la contamination d'une eau, il suffise par les techniques d'isolement habituelles et les caractères des cultures d'identifier les différents germes contenus dans l'échantillon suspect. Ces méthodes sont excellentes, il faut le reconnaître, à condition

que l'on dispose d'un laps de temps suffisant ou lorsque l'on entreprend des travaux originaux sur la flore bactérienne des eaux. Mais bien souvent la recherche doit céder le pas devant les nécessités pratiques : c'est un résultat rapide que l'on demande au laboratoire, résultat qui permettra de prendre toutes les mesures préventives ou curatives nécessaires. Il ne faut donc pas s'étonner que l'on ait cherché à substituer aux longues techniques de l'identification un procédé plus court d'appréciation.

D'ailleurs d'autres considérations expérimentales conduisent aux mêmes conclusions. Certaines espèces pathogènes ne peuvent être mises en évidence dans les eaux. Il en est ainsi du Bacille typhique : à l'heure actuelle, il est extrêmement difficile d'isoler ce germe dans les eaux typhogènes. LAGRIFOUL n'a pu le déceler qu'une fois sur 284 analyses effectuées à l'occasion d'épidémies de fièvre typhoïde. Nous ne voulons pour preuve de la difficulté de cet isolement que le nombre des procédés préconisés pour faciliter la mise en évidence du Bacille d'EBERTH. Plusieurs hypothèses ont été avancées pour expliquer cette anomalie : certaines admettent l'existence de formes filtrantes du Bacille typhique. D'autres supposent que l'onensemence en même temps que le Bacille d'EBERTH, un bactériophage capable de lyser et de détruire les plastides bactériennes. D'autre part les épidémies de fièvre typhoïde apparaissent en moyenne quinze jours après la date de contamination de l'eau qui ne contient plus de Bacille d'EBERTH au moment où l'on procède à l'analyse. La concurrence vitale peut aussi expliquer cet énigme : de nombreux Colibacilles ou d'autres germes de la putréfaction accompagnent ordinairement les Bacilles typhiques ; plus vivaces, plus résistants dans l'eau et dans les cultures, ils gênent la recherche des quelques éléments typhiques qui peuvent se trouver dans l'eau ensemencée. Il peut arriver aussi que l'ensemencement de l'eau, même sur des milieux

électifs s'accompagne (comme c'est souvent le cas en bactériologie) de la mort massive d'une grande quantité de germes. Si le Bacille typhique n'est représenté dans l'échantillon examiné que par quelques plastides, il pourra très bien passer inaperçu.

Toujours est-il que pour parer à ces échecs, les bactériologistes ont été conduits à rechercher des tests de contamination. La recherche des anaérobies fut tout d'abord proposée: les anaérobies sont très abondants dans les matières fécales et leur présence dans l'eau témoignerait de sa pollution.

Le rapport $\frac{\text{aérobies}}{\text{anaérobies}}$ peut donner à ce sujet de précieuses indications.

Mais actuellement, c'est le Colibacille qui jouit de la plus grande faveur auprès des bactériologistes comme test de contamination. Le Colibacille se rencontre couramment dans l'organisme humain ou animal et particulièrement dans l'intestin; saprophyte inoffensif, il peut devenir pathogène sous l'influence de certaines conditions. La découverte du Colibacille dans une eau montrera donc que cette eau polluée par des matières excrémentielles peut être contaminée par des espèces pathogènes provenant de l'intestin de malades ou de porteurs de germes.

Si, par contre, l'eau ne renferme pas de Colibacille, il est difficile de concevoir qu'on puisse y trouver au même moment des bactéries pathogènes de même origine.

Recherche du Colibacille et colimétrie

Le Colibacille a été très étudié: nombreuses sont encore les discussions qui s'élèvent entre savants au sujet des caractères de culture de ce germe.

Néanmoins, malgré la diversité des opinions émises, on peut considérer comme Colibacille tout germe qui présente

les caractères suivants: Bacille à extrémités arrondies, aérobie facultatif, plus ou moins mobile, dépourvu de capsule, non sporulé, ne prenant pas le Gram. Il ne liquéfie pas la gélatine, fait fermenter le lactose, le glucose, le fructose, le maltose, le galactose, la mannite, parfois la dulcité et le saccharose. Cultivé en eau peptonée, il produit habituellement de l'indol décelable par les réactifs habituels. Il réduit et fait virer le rouge neutre au jaune canari avec fluorescence verte en 48 heures. Il pousse facilement en milieu phéniqué à 1 ‰ et se développe à des températures supérieures à 37° C. par exemple à 41° 5 (VINCENT) et même à 46° C. (EIJKMANN).

Milieux de culture utilisés pour la culture du Colibacille

Pour déceler dans nos eaux la présence de Colibacille, nous avons utilisé la méthode au rouge neutre et préparé à cet effet les milieux suivants:

1° Eau peptonée lactosée rouge neutre ordinaire:

Peptone	20 gr.
Lactose	5 gr.
Eau . . . q. s. p.	1000 cm ³

La peptone est dissoute dans l'eau portée à une température de 80°, puis le milieu est alcalinisé en présence de rouge neutre de la manière suivante: 5 cm³ d'eau peptonée sont additionnés de 3 gouttes d'une solution de rouge neutre à 1 %. Nous y ajoutons ensuite de la soude N/10 en quantité suffisante pour obtenir un liquide rouge groseille qui puisse virer facilement au caramel foncé. La quantité de soude N/10 versée nous permet de calculer la quantité de soude N nécessaire à l'alcalinisation totale du milieu.

Après précipitation durant une demi-heure à l'autoclave à 120°, nous filtrons, nous contrôlons l'alcalinité et nous

ajoutons le lactose puis la solution de rouge neutre à 1 %, en quantité suffisante pour que le milieu conserve une belle teinte rouge malgré la dilution que lui fait subir l'addition de l'eau à analyser.

Nous répartissons le milieu dans des tubes à raison de 10 ou 20 cm³ par tube. Tous ces récipients contiennent un petit tube renversé qui servira à mettre en évidence le dégagement gazeux. La stérilisation est assurée par un chauffage de 30 minutes à 115°.

2° Eau peptonée lactosée concentrée rouge neutre.

Ce milieu, plus riche en matières nutritives, permet d'ensemencer des quantités d'eau plus considérables.

Peptone	40 gr.
Lactose	10 gr.
Eau . . . q. s. p.	1000 cm ³

Sa préparation est identique à celle de l'eau peptonée lactosée rouge neutre ordinaire. Ce milieu est réparti dans des tubes, des ballons ou des erlens à raison de 10 cm³, 20 cm³, 30 cm³, 50 cm³ et 100 cm³.

Au moment de l'emploi, on ajoute, aseptiquement, une solution d'acide phénique à 5 %, de telle sorte que la concentration en acide phénique du mélange (milieu + eau) soit égale 1°/00.

3° Eau peptonée ordinaire à 2 °/00.

Le milieu amené au pH 7,6 est destiné à la recherche de la fonction indologène.

Mode opératoire.

Nous avonsensemencé, pour la plupart de nos analyses, les quantités d'eau suivantes:

1° 0 cm³ 1, 0 cm³ 5, 1 cm³, 5 cm³ dans les tubes contenant l'eau peptonée lactosée rouge neutre ordinaire;

2° 10, 20, 30, 50 et 100 cm³ dans les récipients contenant le milieu concentré.

Les cultures sont placées à l'étuve réglée à 41° 5 et examinées au bout de 24 et 48 heures.

Lorsque le virage a permis de déceler le Colibacille, la fonction indologène du germe a été contrôlée par ensemencement sur eau peptonée. Après 3 ou 4 jours de culture, nous avons recherché l'indol par la réaction de SALKOWSKY: 15 cm³ de culture sont additionnés de 30 gouttes d'une solution de nitrite de potassium à 1 °/100 et de 10 gouttes d'acide sulfurique pur. Mélanger. Une coloration rose, que l'on peut rassembler dans l'alcool amylique, indique la présence d'indol.

La méthode au rouge neutre nous donne en outre des renseignements sur la quantité de Colibacilles contenus dans l'eau.

En effet, si le tubeensemencé avec 10 cm³ fournit les caractères de culture du Colibacille, on peut admettre d'une manière approchée qu'il existe à l'état d'unité dans 10 cm³ de l'eau qui contiendra, de ce fait, au moins 100 Colibacilles au litre, le même raisonnement s'appliquant à toute la série des tubes.

Recherche qualitative et quantitative des Bactéries fluorescentes

Nous avons vu plus haut que parmi les tests de contamination, le Colibacille réunissait à peu près tous les suffrages. Cela ne signifie pas qu'il faille rejeter systématiquement tout autre procédé basé sur la recherche d'autres éléments et dont une mise au point patiente ferait peut-être ressortir la valeur.

C'est pourquoi, au cours de nos analyses, nous avons recherché, concurremment avec le Colibacille, certaines Bac-

téries chromogènes à l'aide de milieux appropriés. De nombreux auteurs ont, en effet, montré que les eaux suspectes ou souillées renfermaient habituellement des Bacilles fluorescents: *B. fluorescens liquefaciens*, *B. fluorescens non liquefaciens*, ou chromogènes: *B. violaceus*, *B. prodigiosus*, *B. pyocyaneus*. Ces Bactéries peuvent constituer, à cause de la facilité avec laquelle on peut les mettre en évidence, des tests de contamination.

Un grand nombre de savants, parmi lesquels nous pouvons citer MIGULA (1890), IMBEAUX (1897), THIRY (1900), MIQUEL (1902), MACÉ (1904), BONJEAN (1906), LASSEUR (1913), se sont attachés à montrer la concordance qui existe entre la présence des Bactéries chromogènes et la non-potabilité de l'eau.

Dans les milieux de culture, ces Bactéries manifestent leur existence, tantôt par une fluorescence, tantôt par la formation de pigments, rouges, verts ou noirs, quelquefois même violets.

On peut trouver ces Bactéries par la méthode des ensemencements sur gélatine nutritive, mais ce procédé donne des résultats inconstants. Les erreurs sont dues pour une grande part aux variations pouvant exister dans la composition des mêmes milieux. DUCLAUX, MEYER, GESSARD, LEPIERRE et LASSEUR ont montré que la fonction chromogène était sous la dépendance de nombreux facteurs physico-chimiques et que la production des pigments ne pouvait être facilement mise en évidence que dans des milieux synthétiques chimiquement définis, qui ont l'avantage d'être toujours identiques à eux-mêmes.

Nous avons utilisé le milieu synthétique L I mis au point par M. le Professeur LASSEUR, pour étudier un germe fluorescent, le *B. chlororaphis* G et S, isolé des eaux potables [23].

Voici la composition de ce milieu synthétique :

Eau	100 g.
Asparagine	0,900 g.
Glycérine	2,500 g.
Phosphate dipotassique	0,250 g.
Sulfate de magnésie	0,500 g.
Chlorure de calcium	0,040 g.
Sulfate ferreux.	0,010 g.

Faire chauffer l'eau; y dissoudre l'asparagine, ajouter la glycérine et le phosphate dipotassique. Laisser refroidir à 37°. Ajouter le sulfate de magnésie, le chlorure de calcium et une quantité suffisante de solution à 1 % de sulfate ferreux dans l'eau bouillie refroidie. Neutraliser le milieu ainsi obtenu par addition de 16 cm³ de soude N pour 5 gr. de phosphate dipotassique, ce qui réalise un pH égal à 6,1. Répartir ensuite en tubes par fractions de 10 cm³ et après agitation du liquide. Stériliser ensuite à 115° pendant une demi-heure.

Nous avons utilisé, pour la préparation de ce milieu synthétique, des produits d'une grande pureté afin d'éviter la présence de traces d'autres électrolytes qui pourraient gêner l'apparition de la fluorescence ou de la pigmentation.

Pour déterminer le nombre de germes fluorescents existant dans nos différents échantillons, nous avonsensemencé dans chacun des 3 tubes de milieu synthétique, 0 cm³ 1, 0 cm³ 5 et 1 cm³ d'eau. Il est inutile d'ajouter le milieu synthétique de plus fortes quantités d'eau, qui pourraient modifier le pH ou la valeur nutritive du milieu.

La fluorescence obtenue en ensemencant 0 cm³ 1 d'eau est attribuée à la présence d'au moins 1 Bacille fluorescent, ce qui donne un chiffre de 10.000 germes par litre d'eau examinée.

La recherche des Bacilles fluorescents a été pratiquée en maintenant les cultures à la température du laboratoire.

3° *Interprétation des résultats.*

Nous avons cru bon d'indiquer ici les moyennes généralement adoptées pour la classification des différentes eaux d'après les chiffres fournis par l'analyse bactériologique.

MIQUEL se base sur la numération des germes pour classer les eaux en 6 catégories :

0 à 10 germes au cm ³	eau excessivement pure
10 à 100 germes au cm ³	eau très pure
100 à 1.000 germes au cm ³	eau pure
1.000 à 10.000 germes au cm ³	eau médiocre
10.000 à 100.000 germes au cm ³ ...	eau impure
100.000 et au-delà	eau très impure

VINCENT fait appel à la teneur en Colibacilles, et voici la correspondance qu'il établit :

0 Colibacille par litre	eau pure ou très pure.
10 à 50 Colibacilles par litre	eau d'assez bonne qualité.
50 à 100 Colibacilles par litre	eau passable ou médiocre, à surveiller.
100 à 1.000 Colibacilles par litre....	eau suspecte tantôt en période d'infection légère, tantôt au début ou au déclin d'une contamination plus grande.
1.000 à 10.000 Colibacilles par litre.	eau mauvaise ou très mauvaise impropre à la boisson (eau de rivière, de puits contaminés).
10.000 à 50.000 Colibacilles par litre.	eau profondément souillée par les matières fécales: dangereuse pour la boisson, eau d'égout, eau de rivière.

CHAPITRE V

L'EAU DE CHALONS ETUDES CHIMIQUE ET BACTÉRIOLOGIQUE

Recherches bibliographiques

Au cours de nos recherches bibliographiques sur la question de l'eau potable à Châlons, nous avons pu constituer un volumineux dossier avec tous les résultats des analyses qui ont été effectuées depuis de nombreuses années, soit à l'occasion des extensions successives de la captation, soit à titre de surveillance.

Devant l'impossibilité de faire figurer ici toute cette documentation, nous nous sommes vu contraint de mentionner uniquement les analyses les plus caractéristiques, tout en restant dans l'impartialité la plus absolue. Nous avons réservé une place spéciale aux résultats d'analyses fournis par les laboratoires de l'Armée.

L'analyse d'eau la plus ancienne que nous ayons trouvée date de 1827. C'est VAUQUELIN et BOUCHARDAT qui furent chargés d'analyser l'eau de la Marne : ils y trouvèrent un résidu de 0 g. 18 par litre, constitué, à leur avis, par les substances suivantes:

Acide silicique	0,006 g.
Carbonate de chaux	0,115 g.
Carbonate de magnésie	0,009 g.
Sulfate de chaux	0,031 g.
Sulfate de magnésie	0,012 g.
Chlorure de sodium	0,017 g.

En 1892, quatre échantillons furent prélevés au mois de janvier aux emplacements suivants et adressés aux fins d'analyse au laboratoire de la Compagnie du Chemin de fer de l'Est.

N° I: Eau de la rivière la Marne; usage: servant à l'alimentation des habitants de la localité de Châlons. Prise d'essai faite dans la Marne à 300 mètres du puits de l'usine.

N° II: Eau du puits de l'usine élévatoire alimentant le réservoir de la Ville de Châlons. Prise d'eau faite dans le puits même à 300 mètres de la Marne.

N° III: Eau du réservoir alimentant la borne fontaine de Sainte-Pudentienne. Prise d'essai faite au goulot de la borne fontaine.

N° IV: Eau du réservoir alimentant les cuisines de la caserne (quartier Forgeot). Prise d'essai faite au robinet des cuisines (1).

(1) Les résultats sont exprimés en grammes par litre.

	N° I	N° II	N° III	N° IV
Microbes par cm ³	13.750	1.260	466	330
Aspect des cultures	liquéfiées	normal	normal	normal
Extrait sec à 180° par litre.	0,260	0,224	0,240	0,252
Perte par calcination au rouge sombre	0,020	0,018	0,020	0,020
Matières organiques en oxygène	0,0013	0,00095	0,0013	0,00095
Acide sulfurique	0,015	0,015	0,015	0,015
Chlore	0,006	0,006	0,006	0,006
Degré hydrotimétrique total	19°	18°	18°5	19°
Odeur	nulle	»	nulle	nulle
Saveur	»	»	nulle	nulle
Limpidité	légèrement trouble	claire	parfaite	parfaite
Dépôt	nul	nul	nul	nul
	Cette eau serait bonne au point de vue chimique, mais les résultats de l'analyse bactériologique doivent la faire considérer comme très suspecte.	Cette eau est bonne au point de vue chimique, elle présente la même composition que l'eau de la Marne, mais elle est débarrassée de la majeure partie des bactéries, de telle sorte qu'elle peut être regardée comme potable.	Cette eau est très bonne; elle a la même composition que l'eau de la Marne, mais elle contient encore moins de microbes; ce fait n'est pas anormal mais se présente assez souvent à Paris avec les eaux de la Vanne et de la Dhuis.	Très bonne qualité; même observation que pour l'eau de Ste-Pudentienne.

En 1895, nous retrouvons une autre analyse chimique: l'échantillon fut prélevé le 10 novembre dans un banc de craie compacte pendant l'exécution des travaux de prolongement de la galerie de captage et analysé au laboratoire départemental de Châlons (1).

Degré hydrotimétrique total	19°
Matières organiques exprimées en acide oxalique	12,60
Matières organiques exprimées en oxygène pris au permanganate de potasse	1,60
Azote nitrique.	2,56
Chlore	quantité à peine sensible
Acide sufurique	quantité à peine sensible
Bonne eau potable.	

A la même époque, le Docteur MALJEAN, médecin major de première classe au 25^e régiment d'artillerie, publia une étude bactériologique sur l'eau consommée à Châlons [27].

Se basant sur les résultats d'analyses effectuées pendant 14 mois consécutifs, il estimait que la teneur en Bactéries variait entre 50 et 500 unités par centimètre cube. D'après ses recherches, il pensait en outre que le Colibacille existait en permanence dans l'eau étudiée, dans la proportion de 100 Colibacilles par litre. Il avait isolé de l'eau de Châlons les espèces suivantes: *Bacillus fluorescens liquefaciens*, *Bacillus subtiliformis*, *Bacillus erythrosporus*, *Bacillus fluorescens putridus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus mesentericus vulgatus*.

L'eau de la rivière la Marne serait plus chargée en Colibacilles (2.000 en moyenne par litre) et en Bactéries. Sept analyses effectuées en différentes saisons ont révélé la présence de 1.500 à 13.000 germes par centimètre cube.

(1) Les résultats sont exprimés en milligrammes par litre.

Lorsque le forage du puits d'essai de Compertrix fut entrepris, M. MARCHAL fit analyser par le laboratoire départemental l'eau des galeries qui avaient été établies à sa partie inférieure. Par comparaison, un échantillon d'eau fut prélevé dans la Marne. Voici les résultats de ces analyses (1).

(1) Les résultats sont exprimés en milligrammes par litre.

Lieu du prélèvement :	Source de la galerie du puits d'essai chemin de Comperitix	Galerie N° 1 du puits d'essai source du fond	Eau du puits d'essai route de Comperitix source N.-E. trouble	Eau de la rivière la Marne prise en face le puits d'essai
Date de la prise des échantillons :	14 octobre 1902	12 novemb. 1902	14 octobre 1902	12 novemb. 1902
Degré hydrotimétrique total	22°5	26°5	20°5	19°5
Degré hydrotimétrique après ébullition.	1°25	0°25	1°5	0°50
Sulfates en anhydride sulfurique	6,80	15,40	6,80	12
Chlorures en chlore	9,30	6,50	8,60	5
Nitrates en anhydride azotique	25	250	25	9,20
Ammoniaque sabine	0,15	0,12	0,11	0,07
Ammoniaque organique	0,11	0,07	0,08	0,10
Ammoniaque totale	0,26	0,19	0,19	0,17
Matières organiques exprimées en acide oxalique	8,19	9,45	7,56	18,90
Matières organiques exprimées en oxy- gène	1,04	1,20	0,96	2,40
Changement des eaux d'après le Comité consultatif d'hygiène de France	eau suspecte en raison de la proportion élevée de nitrates	eau potable	eau suspecte en raison de la proportion élevée de nitrates	eau suspecte

En présence de ces résultats défavorables, le Directeur des Travaux fit envoyer de nouveaux échantillons au laboratoire de l'Observatoire municipal de Montsouris, qui confirma l'appréciation formulée par le laboratoire départemental de Châlons. Par contre, l'eau qui provenait des galeries filtrantes et alimentait jusqu'alors à elle seule la Ville, fut déclarée potable.

Prélèvement du 3 décembre 1902 arrivé à Montsouris le 5-12-1902 (1)

	N° I	N° II	N° III
	Galerie d'amenée au puits de l'usine regard du chemin de fer	Galerie du puits d'essai source à gauche	Galerie du puits d'essai source à gauche
Lieu du prélèvement:			
Heure du prélèvement:	3 h. du soir	4 h. du soir	4 h. 10 du soir
Température air	12°	12°	12°
Température eau	11°	12°	12°
Aspect	clair	clair	clair
Degré hydrotimétrique ..	20°6	26°4	27°
Chaux totale	100	134	142
Chaux des carbonates ..	107	130	128
Matières organiques en			
oxygène	0,4	0,4	0,5
Chlore	4	5	8
Azote nitreux	0	0,015	traces
Azote nitrique	traces	3,2	8,8
Azote ammoniacal	0	0	0
Oxygène dissous	8,9	8	8,2
Résidu sec à 180°	248	321	361

Analyse bactériologique arrivée le 4 décembre à Paris

Nombre de bactéries par cm ³	100	600	5385
Colibacille	néant	présence de Coli	présence de Coli
Bacille d'Eberth	néant	néant	néant

(1) Les résultats sont exprimés en milligrammes et par litre d'eau.

De ces trois résultats il résulte que l'eau du premier échantillon est bactériologiquement pure et non nocive, que les eaux des échantillons n° 2 et 3, beaucoup plus chargées de microbes et charriant le Colibacille sont actuellement l'objet d'une contamination venue de la surface du sol, qui les rend suspectes.

Au point de vue chimique, la conclusion était que l'eau du puits de l'usine avait une composition chimique comparable à celle des sources qui alimentent Paris et pouvait être considérée comme bonne. Quant aux deux autres, elles se distinguaient par une plus forte proportion de calcaire. Elles étaient de qualité très inférieure à la première, mais malgré la présence de nitrites, pouvaient mériter encore le nom d'eaux potables.

Le Conseil municipal de Reims ayant autorisé le laboratoire de cette ville à effectuer les analyses chimiques et bactériologiques pour la Ville de Châlons, un nouveau prélèvement d'eau du puits d'essai fut envoyé à M. LAJOUX, directeur du laboratoire de chimie et CORDIER, directeur du laboratoire de bactériologie.

Les résultats furent si mauvais que l'on fut contraint d'abandonner le puits.

Date du prélèvement: 30 juin 1903, remis le 1^{er} juillet (1)

Degré hydrotimétrique total	25°
Degré hydrotimétrique après ébullition	3°
MnOK ⁴ décoloré par 1 litre d'eau	31
Matières organiques correspondantes en acide oxalique.	19,53
Matières organiques correspondantes en oxygène pris au permanganate	2,48
Acide sulfurique en SO ³	13,26
Chlore en Cl.	12,78
Acide nitrique Az ² O ³	33,30
Ammoniaque libre	traces à peine sensibles
Ammoniaque des matières organiques	traces à peine sensibles

(1) Les résultats sont exprimés en milligrammes et par litre d'eau.

Cette eau chargée de matières organiques et de nitrates est incontestablement de mauvaise qualité.

Analyse bactériologique :

Germes par cm^3 : 15 à 20.000. Beaucoup de liquéfiantes, des moisissures, des sarcines chromogènes, du lactis aerogenes et une bactérie se rapprochant morphologiquement du typhi 6. Il est incontestable que cette source est abondamment souillée d'eaux d'origine superficielle.

Un nouveau puits fut foré dans la cour de l'usine des eaux; les échantillons prélevés furent envoyés aux laboratoires municipaux de chimie et de bactériologie de Reims.

Date du prélèvement :	28 janvier 1904, remis le 29 janvier 1904.
Heure du prélèvement	16 h. 30
Température de l'eau	11°5
Aspect	légèrement trouble
Degré hydrotimétrique total	17°
Degré hydrotimétrique après ébullition	0°5
Permanganate de potasse décoloré par 1 l. d'eau	7
Matières organiques correspondantes en acide oxalique	4,41
Matières organiques correspondantes en oxygène pris au permanganate	0,56
Acide sulfurique en SO^3	13,42
Chlore Cl	5,68
Acide nitrique Az^3O^5	14,62
Ammoniaque libre	traces
Ammoniaque des matières organiques	traces

Observations : Cette eau, au point de vue de la potabilité et de la pureté sera excellente quand elle sera devenue claire. Le dépôt est surtout formé de carbonate de chaux.

Analyse bactériologique :

1.500 germes environ par cm^3 .

Proportion des espèces liquéfiantes : 1/20 approximativement.

Odeur des cultures : légèrement fécaloïde.

Recherche spéciale des éberthiformes : présence très nette de *Bacterium coli*; il est accompagné de plusieurs espèces voisines. Pas d'Eberth caractérisé.

Nota. — Il apparaît que cette eau est exempte de souillure par lessivage superficiel de champs cultivés. Mais la présence du Coli et espèces voisines, d'ailleurs en très faibles proportions, caractérise bien le sous-sol des villes et endroits à population dense. On remarquera la faible proportion de germes: cette eau n'a sans doute pas son régime définitif.

En vue de surveiller l'eau d'alimentation de Châlons, M. MARCHAL procéda, en 1905, à un prélèvement au refoulement des pompes Salmson et Weise.

Analyse très intéressante au demeurant car elle porte sur le mélange des eaux de différentes origines et fut effectuée également par les laboratoires de Reims (1).

Date du prélèvement	10 juillet 1905
Heure du prélèvement	4 h. 30 du soir
Température de l'eau	14°
Aspect	clair
Degré hydrotimétrique total	18°5
Degré hydrotimétrique après ébullition	2°5
Permanganate décoloré par 1 litre d'eau	15
Matières organiques correspondantes en acide oxalique	9,45
Matières organiques correspondantes en oxygène pris au permanganate	1,20
Acide sulfurique en SO ³	7,20
Chlore en Cl	5,68
Acide nitrique Az ² O ³	6,02
Ammoniaque libre	traces indosables
Ammoniaque des matières organiques	traces indosables

Observations: Eau de bonne qualité, essentiellement bicarbonatée calcaïque très pure.

Signé: le Directeur du laboratoire municipal de Chimie:

LAJOUX.

Analyse bactériologique:

échantillon envoyé dans la glace.

1° Numération des aérobies sur gélatine nutritive à 22° (60 heures):
760 germes par cm³; 1/3 de colonies liquéfiantes: subtilis, mesentericus aquatilis et autres bactéries vulgaires.

(1) Les résultats sont exprimés en milligrammes et par litre d'eau.

2° Recherche spéciale des eberthiformes (méthode de la bougie et des milieux progressivement phéniqués: néant.

Appréciation personnelle: sans être tout à faite satisfaisante par la nature de la flore cette eau ne paraît nullement dangereuse.

Laboratoire de Microbiologie de Reims

le Directeur, *signé*: CORDIER.

Une analyse chimique du 11 septembre 1910 mentionnée dans une brochure établie par le Directeur du bureau d'hygiène, donne les chiffres suivants pour l'eau de Châlons :

Degré hydrotimétrique total	19°
Nitrates en N^2O^5 par litre	13
Sulfates	traces
Matières organiques par litre en solution alcaline: en oxygène	1,75 mg.
en acide oxalique	13,79 —
Chlorures en chlore	7,10 —

En 1911, nous avons relevé deux analyses bactériologiques portant, l'une sur l'eau du puits des galeries et l'autre sur l'eau du puits foré. Toutes deux furent effectuées à Reims.

Date d'arrivée: 4 mai 1911.	Eau du puits des galeries prélevée dans les anciens réservoirs	Eau du puits foré prélevée dans les nouveaux réservoirs
Nombre de germes microbiens par cm ³ , comptés par la méthode des plaques de gélatine nutritive après 4 jours	700	100
Nombre de microbes liquéfiant la gélatine par cm ³	200	20
Nombre de moisissures par cm ³ .		
Microbes déterminés. <i>Bacterium</i> <i>Coli</i>	néant	néant
Bacille typhique		
Bacille pyocyanique		
<i>Sarcina</i>		
<i>Bacillus fluorescens liquefaciens</i> ..	abondance	présence assez notable
<i>Crenothrix</i>		
<i>Streptothrix</i>		

L'abondance de Bacilles fluorescents liquéfiant la gélatine n'a pas permis de prolonger les cultures au terme habituel de 10 jours. Dans ces conditions et en raison de l'abondance de ce germe dénotant des infiltrations de produits de putréfaction animale, l'eau paraît suspecte. Il y aurait lieu pour confirmation du résultat de procéder dans quelque temps à une nouvelle analyse.

Pour augmenter ses ressources en eau, la Ville de Châlons fit procéder, en 1912, à un nouveau forage et M. MERLIN, alors chef de service, envoya à Reims un échantillon de l'eau nouvelle (1).

(1) Les résultats sont exprimés en milligrammes et par litre d'eau.

Date du prélèvement	6 août 1912
Température extérieure	19°5
Température de l'eau	11°5
Aspect	eau claire
Heure du prélèvement	16 h. 35
Degré hydrotimétrique total	19°
Degré hydrotimétrique après ébullition	3°2
Permanganate de potasse décoloré par 1 l. d'eau	20 cc.
Matières organiques correspondantes en acide oxalique	12,60
Matières organiques correspondantes en oxy- gène pris au permanganate de potasse	1,60
Acide sulfurique en SO^3	8,8
Chlore en Cl	6,39
Acide nitrique en Az^2O^5	3,90
Ammoniaque libre	0,06
Ammoniaque des matières organiques	0,05
Nitrites	néant
Eau	très limpide
Observations	eau potable
Nombre de germes non liquéfiant par cm^3 ...	300
Nombre de germes liquéfiant par cm^3	40
Nombre de moisissures	néant
Colibacille	néant
Autres germes pathogènes	} néant
Bacillus fluorescens liquefaciens	
Germes de la putréfaction, Sarcines.....	

Eau bactériologiquement pure

Pendant la guerre, de nombreuses analyses bactériologiques et chimiques furent effectuées par les laboratoires du Service des eaux aux Armées. Nous en avons trouvé quelques-unes dans une brochure publiée par le colonel BOISNIER (1).

(1) L'eau dans la Champagne Pouilleuse. *Ann. Ponts et Chaussées*, 7 octobre 1919.

Eau d'alimentation de la Ville de Châlons

Période de gelée; dégel et pluie

	Chlorures en NaCl	Azote ammoniacal	Azote nitreux	Azote albuminoïde	Matières organiques	Nombre de Colibacilles par litre	Nombre de germes par cm ³	Nombre de germes liquéfiants par cm ³
1 ^{er} janv. 1918.	11,70	0	0	»	1,12	0	420	»
15 — 1918.	11,70	0	0	»	1,12	10	700	»
18 — 1918.	11,70	0	0	»	1,12	100	1.380	160
20 — 1918.	11,70	traces	0	0,06	1,76	1.000	12.500	5.000
22 — 1918.	11,70	0	0	»	1,28	100	3.940	340
9 avril 1918.	11,70	0	0	»	1,12	»	»	»
25 — 1918.	11,70	0	0	»	1,04	»	»	»
6 mai 1918.	11,70	0	0	»	0,88	0	620	»

Période de sécheresse

18 juin 1918.	11,70	0	0	»	0,96	0	250	»
19 — 1918.	11,70	0	0	»	0,80	0	340	»
5 juillet 1918.	11,70	0	0	»	0,86	»	»	»
6 — 1918.	11,70	0	0	»	0,64	»	»	»
10 — 1918.	11,70	0	0	»	0,80	»	»	»
20 — 1918.	11,70	0	0	»	0,80	»	»	»

Puits particuliers

	NaCl	NH ³	Az ² O ³	Matières organiques	Origine de l'analyse
	—	—	—	—	—
Rue d'Attila	64,3	présence	présence	2,9	laboratoire D1
Rue Titon	58,5	Id.	Id.	3,3	laboratoire D1
Rue St-Eloi	41	Id.	Id.	2,1	laboratoire D1

Après la guerre, la surveillance de l'eau distribuée par la Ville de Châlons fut assurée par le laboratoire militaire. En 1934, commencèrent les travaux destinés à augmenter le volume d'eau.

Le laboratoire du Conseil supérieur d'hygiène publique de France fut chargé d'analyser l'eau obtenue sur la rive droite de la Marne. Le 14 juin 1934, après 6 jours de pompage sans interruption, trois prélèvements furent effectués : le premier sur le refoulement total, le deuxième sur le produit de la branche amont, et le troisième sur le produit de la branche aval. Ces analyses donnèrent respectivement 6, 24 et 33 germes par cm³, tous d'espèces banales sans aucun Colibacille ni Bactéries putrides.

Voici, d'ailleurs, le résultat d'une de ces analyses :

Eau prise au refoulement du forage n° 11

Analyse chimique :

Tous les résultats sont exprimés en milligrammes et par litre d'eau.

Evaluation de la matière organique	1° en oxygène	solution acide.	1,125
		solution alcaline. ...	1,125
	2° en acide oxalique	solution acide.	8,865
		solution alcaline ...	8,865

Azote ammoniacal	0
Azote organique	0
Nitrites	0
Nitrates en NO^3H	4
Acide sulfurique en SO^3	14,2
Acide phosphorique	0
Chlorure de sodium en NaCl	11,2
Chlore correspondant en Cl	6,8

Composition probable

Silice en SiO^2	
Sulfate de chaux en SO^4Ca	24,2
Carbonate de chaux.	} en CO^3Ca 208
— de magnésie.	
Nitrate de chaux en $\text{NO}^3)^2\text{Ca}$	5,1
Chlorure de sodium en NaCl	11,2
Hydrotimétrie et alcalimétrie	
Degré hydrotimétrique total.	23°
Alcalimétrie en CO^3Ca	208
Concentration en ions hydrogène.	pH 7

Analyse bactériologique.

Numération: Cette eau renferme 23 germes par cm^3 ; la numération est effectuée 15 jours après les ensemencements.

Spécification: Levure rose, *Micrococcus aurantiacus*, *Bacillus albus*. Les recherches spéciales des germes d'origine suspecte, notamment des Bactéries putrides et du *Bacillus Coli*, effectuées sur 110 centimètres cubes ont donné des résultats négatifs.

Conclusion

Eau de bonne qualité:

A titre de comparaison, un échantillon d'eau fut prélevé dans la rivière la Marne en face du forage n° 11.

Voici les chiffres fournis par le laboratoire:

Evaluation de la matière organique {	1° en oxygène {	solution acide. . . .	1,875
		solution alcaline. . .	1,875
	2° en acide oxalique {	solution acide. . . .	14,775
		solution alcaline. . .	14,775

Azote ammoniacal.	0
Azote organique.	0
Nitrites.	0
Nitrates en NO^3H	traces très faibles
Acide phosphorique.	0
Acide sulfurique en SO^3	12,7
Chlorure de sodium en NaCl	10,4
Chlore correspondant en Cl	6,3

Composition probable

Sulfate de chaux en SO^4Ca	21,5
Carbonate de chaux.	} en CO^3Ca 198
— de magnésie.	
Chlorure de sodium en NaCl	10,4
Nitrate de chaux en $\text{NO}^3)^2\text{Ca}$	traces très faibles

Hydrotimétrie et alcalimétrie

Degré hydrotimétrique total.	22°
Alcalimétrie en CO^3Ca	19,8
Concentration en ions hydrogène.	7

Depuis la mise en service de l'installation, l'eau de la rive droite de la Marne est soumise à des analyses bactériologiques périodiques; aux termes du contrat passé entre la Ville et la société « Eau et Assainissement », la surveillance de l'eau d'alimentation doit, en effet, être assurée pendant un délai de garantie d'un an.

Dans un examen récent, datant du 9 avril 1936, le nombre de germes non-liquéfiant par cm^3 était de 10. L'épreuve du rouge neutre était en outre négative.

Nous avons également retrouvé dans les archives militaires de nombreux résultats d'analyses bactériologiques effectuées au laboratoire de bactériologie du 6^e Corps d'Armée. Ces analyses ont pour but de surveiller l'eau qui est distribuée dans les casernes de la Ville. Actuellement, par suite d'un accord, l'autorité militaire communique au Directeur du bureau d'hygiène de la Ville, les résultats des différentes analyses pratiquées. Pour plus de clarté dans notre exposé, nous avons suivi l'ordre chronologique et groupé toutes les

analyses faites par les laboratoires de l'Armée; elles nous permettront de suivre dans le temps la qualité de notre eau d'alimentation.

Date du prélèvement	Lieu de prélèvement	Compte rendu de l'analyse
11 août 1896	Regard donnant accès dans les galeries au point de réunion de ces galeries.	Nombre de germes par cm ³ : 402. Bacille d'Eberth : néant. Colibacille : néant. Espèces putrides : néant. <i>Eau d'excellente qualité</i>
11 août 1896	Puits où sont collec- tées les eaux des galeries filtrantes avant leur refoule- ment dans les ré- servoirs.	Nombre de germes par cm ³ : 230. Bacille d'Eberth : néant. Colibacille : néant.
11 août 1896	Réservoirs	Nombre de germes par cm ³ : 115. Bacille d'Eberth : néant. Colibacille : néant. Espèces putrides : néant. L'étendue considérable des ré- servoirs favorise la décanta- tion. <i>Cette eau est en tous points parfaite</i>
19 octobre 1896	Puits central de l'u- sine, eau très trou- ble, quelques parti- cules en suspension.	Nombre de germes par cm ³ : 6.760, à la fin du 3 ^e jour. Bacille d'Eberth : néant; Colibacille : néant; Espèces putrides : nombreuses, odeur nauséabonde de navet fermenté. <i>Eau de mauvaise qualité.</i>

Date du prélèvement	Lieu de prélèvement	Compte rendu de l'analyse
19 octobre 1896	Robinet de la rue Carnot: eau opaline, mais beaucoup moins trouble, saveur et odeur nulles.	Nombre de germes par cm ³ : 2.938. Bacille d'Eberth: néant. Colibacille: néant. Espèces putrides: moins nombreuses. <i>Eau moins mauvaise que la précédente.</i>
13 octobre 1909	Eau distribuée par la Ville de Châlons.	Analyse quantitative: 120 aérobies par cm ³ . Analyse qualitative: <i>Bacillus subtilis</i> et <i>aerophilus</i> . Odeur des cultures sur gélatine: néant. Conclusion de l'analyse: <i>Eau potable.</i>
23 mai 1910	Eau de distribution (orages violents les jours précédents).	Analyse quantitative: 800 aérobies par cm ³ . Analyse qualitative: <i>Bacillus subflavus liquefaciens</i> . <i>Bacterium termo</i> , <i>Micrococcus citreus</i> , <i>M. cremoïdes</i> , <i>Sarcina lutea</i> . <i>Bacillus Coli communis</i> : 50 par litre d'eau. Odeur des cultures sur gélatine: nulle ou légèrement de colle d'amidon. Conclusion de l'analyse: <i>eau de qualité douteuse en raison de la présence du Colibacille: à ne consommer que stérilisée.</i>
21 mars 1912	Prison militaire	Nombre de germes par cm ³ : 280 aérobies. Nombre de moisissures: 200. Espèces: <i>Micrococcus candidus</i> , <i>roseus</i> , <i>citreus</i> . Moisissures: <i>Penicillium glaucum</i> . Odeur des cultures sur gélatine: néant. <i>Eau de qualité assez bonne</i>

Date du prélèvement	Lieu de prélèvement	Compte rendu de l'analyse
5 janvier 1914	Quartier Corbineau	Nombre de germes par cm^3 : 500. Colibacille : néant. Espèces : <i>Bacillus subflavus liquefaciens</i> , <i>Micrococcus candidus</i> , <i>Micrococcus aureus</i> . Eau bonne.
11 juin 1914	Quartier Forgeot	Nombre de germes par cm^3 : 240. Nombre de moisissures par cm^3 : 100. Espèces : <i>Bacillus flavus liquefaciens</i> , <i>Micrococcus candidus</i> , <i>Micrococcus flavus desideus</i> , <i>Penicillium glaucum</i> . Eau de bonne qualité.
31 mai 1920	Quartier Corbineau	Nombre de germes par cm^3 : 148. Nombre de moisissures par cm^3 : 25. Espèces : <i>Bacillus aurantiacus</i> , <i>Bacillus subflavus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> ; <i>Micrococcus flavus liquefaciens</i> . <i>Penicillium glaucum</i> . Eau de bonne qualité.
7 juillet 1920	Usine des eaux	Nombre de germes par cm^3 : 25. Nombre de moisissures par cm^3 : 41. Espèces : <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Bacillus flavus liquefaciens</i> , <i>Aspergillus niger</i> ; <i>Penicillium glaucum</i> . Eau potable de bonne qualité.
20 novembre 1920	Quartier Corbineau	Nombre de germes par cm^3 : 106. — de moisissures : 28. Espèces : <i>Bacillus aurantiacus</i> , <i>Micrococcus flavus liquefaciens</i> , <i>Micrococcus luteus</i> . Eau pure, très bonne qualité.

Date du prélèvement	Lieu de prélèvement	Compte rendu de l'analyse
5 juillet 1921	Quartier Corbineau	Nombre de germes par cm ³ : 175. — de moisissures : 67. <i>Eau de bonne qualité.</i>
7 juillet 1922	Puits de la Gendarmerie	Nombre de germes par cm ³ : 5.000. Nombre de Colibacilles par li- tre : 5.000. <i>Eau de bonne qualité.</i>
14 septembre 1922	Borne - fontaine, ave- nue de Sainte-Me- nehould.	Nombre de germes par cm ³ : 60. — de Colibacilles par li- tre : 10. <i>Eau potable sans épuration.</i>
14. septembre 1922	Robinet rue Pasteur	Nombre de germes par cm ³ : 240. Colibacille : néant. <i>Eau très pure.</i>
16 septembre 1922	Robinet du laboratoire	Nombre de germes par cm ³ : 300. Colibacille : néant. <i>Eau très pure.</i>
1 ^{er} mars 1923 (15 heures)	Robinet du laboratoire	Température air : 8°. — eau : 9°. Nombre de germes par cm ³ : 60. Nombre de moisissures par cm ³ : 10. Espèces : <i>Coccus candicans</i> , <i>Pe- nicillium glaucum</i> . Colibacille : néant. <i>Eau très pure, d'excellente qualité.</i>
12 août 1923	Robinet du laboratoire	Température air : 8°. — eau : 9°. Nombre de germes par cm ³ : 340. Colibacille par litre : 10. Espèces : <i>Micrococcus aurantia- cus</i> . <i>Eau de bonne qualité, pouvant être bue sans épuration préalable.</i>

Date du prélèvement	Lieu de prélèvement	Compte rendu de l'analyse
17 septembre 1923	Puits foré du parc annexe d'artillerie, route de Reims.	Température air: 16°. — eau: 13°. Nombre de germes par cm ³ : 2.600. Nombre de moisissures par cm ³ : 7. Colibacilles par litre: 200. Liquéfaction au 13 ^e jour odeur aigrelette. <i>Eau impure, ne pouvant être bue sans stérilisation préalable.</i>
9 janvier 1924 (14 heures)	Rue Hippolyte Faure	Nombre de germes par cm ³ : 290. Nombre de moisissures par cm ³ : 40. Colibacilles par litre: 10. Pas d'odeur appréciable. Liquéfaction partielle au 8 ^e jour. Causes probables de souillures: inondations. <i>Eau pure de bonne qualité.</i>
7 avril 1924 (16 heures)	Robinet du laboratoire	Température air: 15°. — eau: 12°. Nombre de germes par cm ³ : 40. Colibacille: néant. Espèces: <i>Micrococcus candidans</i> . Pas de liquéfaction. Pas d'odeur. <i>Eau très pure, de bonne qualité.</i>
1 ^{er} octobre 1924 (13 h. 30)	Robinet du laboratoire	Température air: 16°. — eau: 9°5. Nombre de germes par cm ³ : 430 — de moisissures: 780. Colibacille: néant. Espèces: <i>Micrococcus aurantiacus</i> , <i>Penicillium glaucum</i> . Odeur de moisi, légère liquéfaction par les moisissures. <i>Eau très pure, de très bonne qualité.</i>

Date du prélèvement	Lieu de prélèvement	Compte rendu de l'analyse
1 ^{er} décembre 1924	Puits rue du Collège	Nombre de germes par cm³: 420. Nombre de moisissures par cm³: 800. Colibacilles par litre: 1.000. Espèces: <i>Bacillus prodigiosus</i>, <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>As- pergillus niger</i>. Odeur aigrelette. Liquéfaction partielle au 8^e jour par les moisissures. <i>Eau d'assez mauvaise qualité à ne pas utiliser pour la boisson sans stérilisation préalable.</i>
5 octobre 1925 (14 heures)	Borne-fontaine devant l'Hôpital	Température air: 15°. — eau: 11°. Nombre de microbes par cm³: 60. Nombre de moisissures par cm³: 20. Colibacille: néant. Espèces: <i>Micrococcus candi- dus</i>, <i>Mucor mucedo</i>. Pas de liquéfaction, pas d'o- deur appréciable. <i>Eau très pure, de très bonne qualité.</i>
27 août 1924 (16 heures)	Robinet du laboratoire	Température air: 22°. — eau: 14°. Nombre de germes par cm³: 480. Nombre de moisissures par cm³: 60. Colibacille: néant. Espèces: <i>Micrococcus candidus</i>, <i>Micrococcus luteus</i>, <i>Aspergil- lus niger</i>. Pas de liquéfaction, pas d'o- deur appréciable. <i>Eau très pure, de très bonne qualité.</i>

Date du prélèvement	Lieu de prélèvement	Compte rendu de l'analyse
5 octobre 1925 (14 heures)	Borne-fontaine devant l'Hôpital	Température air: 15° — eau: 11°. Nombre de microbes par cm ³ : 160. Nombre de moisissures par cm ³ : 20. Colibacille: néant. Espèces : <i>Micrococcus candi-</i> <i>dus</i> , <i>Mucor mucedo</i> . Pas de liquéfaction, pas d'o- deur appréciable. <i>Eau très pure,</i> <i>de très bonne qualité</i>
27 août 1926 (16 heures)	Robinet du laboratoire	Température air: 22°. — eau: 14°. Nombre de germes par cm ³ : 480. Nombre de moisissures par cm ³ : 60. Colibacille: néant. Espèces: <i>Micrococcus candi-</i> <i>dus</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>As-</i> <i>pergillus niger</i> . Pas de liquéfaction, pas d'o- deur appréciable. <i>Eau très pure</i> <i>de très bonne qualité</i>
12 novembre 1928 (11 heures)	Eau de la Gare de Châlons Borne-fontaine	Température air: 12°. — eau: 6°. Nombre de germes par cm ³ : 180. Nombre de moisissures par cm ³ : 80. Colibacille: néant. Espèces: <i>Bacilles anthracomor-</i> <i>morphes</i> , <i>Micrococcus candi-</i> <i>dus</i> , <i>Aspergillus divers</i> . <i>Eau actuellement pure</i> <i>et propre à la consommation.</i>

Date du prélèvement	Lieu de prélèvement	Compte rendu de l'analyse
2 octobre 1929 (11 heures)	Robinet du laboratoire	Nombre de germes par cm³ : 150. Nombre de moisissures par cm³ : 400. Colibacille: néant. Espèces: <i>Cocci divers</i>, <i>Asper-</i> <i>gillus</i>. Liquéfaction de la gélatine au 10^e jour par les moisissures. <i>Eau propre à la consommation.</i>
20 mai 1930 (9 h. 30)	Robinet du laboratoire	Température air: 16°. — eau: 6°. Nombre de germes par cm³ : 250. Colibacille: néant. Liquéfaction au 11^e jour par les moisissures. <i>Eau propre à la consommation.</i>
10 octobre 1930 (10 heures)	Robinet du laboratoire	Température air: 12°. — eau: 3°. Nombre de germes par cm³ : 350. Colibacille: néant. Liquéfaction de la gélatine au 10^e jour par les moisissures. <i>Eau propre à la consommation.</i>
26 mai 1931 (9 heures)	Borne-fontaine rue Saint-Jean	Température air: 20°. — eau: 4°. Nombre de germes par cm³ : 450. Colibacille: néant. Liquéfaction de la gélatine au 10^e jour. <i>Eau propre à la consommation.</i>

Date du prélèvement	Lieu de prélèvement	Compte rendu de l'analyse
23 novembre 1931 (15 heures)	Robinet du laboratoire	Température air : 10°. — eau : 2°. Nombre de germes par cm ³ : 300. Colibacille : néant. <i>Eau propre à la consommation.</i>
16 mai 1932 (9 heures)	Robinet du laboratoire	Température air : 15°. — eau : 4°. Nombre de germes par cm ³ : 240. Colibacille : néant. <i>Eau propre à la consommation.</i>
2 mai 1933 (9 heures)	Robinet du laboratoire	Nombre de germes par cm ³ : 100. Colibacille : néant. <i>Eau propre à la consommation.</i>
2 janvier 1934 (9 h. 30)	Robinet du laboratoire	Nombre de germes par cm ³ : 100. Nombre de moisissures par cm ³ : 50. Colibacille : néant. <i>Eau actuellement propre à la consommation.</i>
29 septembre 1934 (9 heures)	Robinet du laboratoire	Nombre de germes par cm ³ : 100. Colibacille : néant. <i>Eau actuellement propre à la consommation.</i>
21 décembre 1934	Robinet du laboratoire	Nombre de germes par cm ³ : 350. Nombre de Colibacilles ou germes indologènes par litre : 25. Liquéfaction rapide au 6 ^e jour. Odeur mauvaise. La présence de Colibacilles impose de nouvelles analyses, l'eau étant habituellement exempte de ces germes.

Date du prélèvement	Lieu de prélèvement	Compte rendu de l'analyse
26 décembre 1934 (17 heures)	Robinet du laboratoire	Nombre de germes par cm^3 : 310. Colibacilles ou germes indologènes : néant. Actuellement peu de souillures. Etant données la saisons des pluies et la crue, il est indiqué de poursuivre de nouvelles analyses dans des points différents et au besoin au réservoir central.
27 décembre 1934 (8 h. 30)	Robinet d'un appartement situé, 8, rue J.-J. Rousseau.	Nombre de germes par cm^3 : 250. Nombre de Colibacilles ou de germes indologènes par litre : 100. Présence de Bacilles fluorescents. Liquéfaction rapide de la gélatine. Eau actuellement souillée ; nécessité pour conclure d'autres prélèvements faits à l'usine des eaux à l'origine, les trois analyses déjà faites ayant montré l'irrégularité de la souillure.
28 décembre 1934 (8 h. 30)	Robinet d'un appartement situé, 8, rue J.-J. Rousseau.	Nombre de Colibacilles ou de germes indologènes par litre : 25. La quantité de Colibacilles trouvés a diminué. Donc souillures moins accentuées qu'au prélèvement précédent. Mêmes conclusions : à savoir nécessité d'analyses répétées de l'eau prélevée à l'origine même du réservoir.

Date du prélèvement	Lieu de prélèvement	Compte rendu de l'analyse
4 janvier 1935 (10 heures)	Usine des eaux, robinet du rez-de-chaussée, avant le réservoir.	Nombre de germes par cm^3: 210. Nombre de moisissures par cm^3: 10. Nombre de Colibacilles ou Bactéries indologènes par litre: 10. Liquéfaction assez rapide au 6^e jour. <i>Eau actuellement potable.</i> Cette analyse est meilleure que les précédentes; néanmoins les analyses de surveillance seront faites pendant toute la durée des travaux faits à l'usine.
10 janvier 1935 (10 heures)	Usine des eaux, robinet du logement du mécanicien, avant le réservoir.	Nombre de germes par cm^3: 180. Nombre de moisissures par cm^3: 15. Colibacilles ou germes indologènes: néant. Les analyses de surveillance vont encore être continuées pendant la durée des travaux.
21 janvier 1935 (10 heures)	Usine des eaux, robinet du logement du mécanicien, avant le réservoir.	Nombre de germes par cm^3: 160 dont 25 liquéfiant, chiffre inférieur à la réalité, la numération ayant été interrompue au 9^e jour par la liquéfaction. Colibacilles ou germes indologènes: néant. Les analyses de surveillance seront encore continuées jusqu'à nouvel ordre. <i>Eau potable.</i>

Date du prélèvement	Lieu de prélèvement	Compte rendu de l'analyse
15 février 1935 (10 heures)	Robinet du laboratoire	Nombre de germes par cm ³ : 75 dont 35 liquéfiant, chiffre inférieur à la réalité, la liquéfaction s'étant produite le 6 ^e jour. Colibacille ou germes indologènes: néant. <i>Eau actuellement propre à la consommation.</i>
23 mars 1935 (10 heures)	Robinet du laboratoire	Nombre de germes par cm ³ : 230. Colibacilles ou germes indologènes: néant. <i>Eau propre à la consommation.</i>
16 avril 1935	Robinet du laboratoire	Température air: 15°. — eau: 10°. Nombre de germes par cm ³ : 110. Nombre de moisissures par cm ³ : 250. Colibacille: néant. Espèces: <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Penicillium glaucum</i> et <i>Sterigmatocystis nigra</i> . Liquéfaction partielle au 10 ^e jour. Pas d'odeur appréciable. <i>Eau très pure, de très bonne qualité.</i>
14 décembre 1935	Robinet du laboratoire	Nombre de germes par cm ³ : 140. Colibacille: néant. <i>Eau propre à la consommation.</i>
27 février 1936	Quartier Corbineau	Colibacille: néant. <i>Eau actuellement propre à la consommation.</i>

Résultats personnels

Résultats des analyses chimiques

	N° 1	N° 2
	Eau de la Marne prélevée en face l'usine des eaux	Eau de Châlons (ancienne captation) prélevée à l'usine des eaux
Date du prélèvement.	20-12-1934	20-12-1934
	8 h. 30	9 h. 15
Température de l'air	9°	9°
Température de l'eau	9°	11°
Odeur	mat. organ.	mat. organ.
Saveur	désagréable	»
Limpidité	très trouble	lég. trouble
Dépôt	abondant	nul
Oxygène en mg. d'oxygène.	9,94	8,50
Oxygène dissous après 48 heures à + 37°...	7,89	7,07
Coefficient d'altérabilité.	0,20	0,16
Gaz carbonique total.	167,2	136,4
Gaz carbonique combiné.	104,5	85,8
Gaz carbonique libre et demi-combiné	62,7	50,6
Azote ammoniacal en NH^3	0,17	0,10
Azote nitreux.	0	0
Azote nitrique en NO^3H	5,35	12,66
Azote organique en NH^3	»	»
Matières organiques: Milieu acide	2,8	2,6
Milieu alcalin	1,6	0,2
Résidu à 110°	352	303
Résidu au rouge sombre après reconstitution des carbonates	267	257
Perte au rouge	85	46
Chlore total en Cl	5,68	8,52
Acide sulfurique total en SO^3	18,97	11,33
Acide phosphorique en P^2O^5	0,05	Néant
Silice en SiO^2	»	4,5
Oxyde de fer et alumine en $\text{Al}^2\text{O}^3 + \text{Fe}^2\text{O}^3$	1,3	3,3
Chaux totale en CaO	126,4	111,86
Magnésie totale en MgO	6,59	12,28
Degré hydrotimétrique total	18°1	16°8
» » permanent	»	»
» » après élimination de la chaux	6°	5°6
Alcalimétrie totale en mg. de CO^3Ca	240	210
» permanente	62,5	87,5

Les résultats sont exprimés en milligrammes et par litre d'eau.

	N° 5	N° 6
	Puits privé	Eau de Châlons (nouvelle captation) prélevée sur la rive droite au cours des essais
Date du prélèvement	1-4-1935	14-6-1935
Température de l'air	8 h.	8 h.
Température de l'eau	10°	18°
Odeur	11°	12°1
Saveur	nulle	nulle
Limpidité	douceâtre	nulle
Dépôt	parfaite	parfaite
	nul	nul
Oxygène en mg. d'oxygène.	9,02	5,53
Oxygène dissous après 48 heures à + 37°...	8,50	5,22
Coefficient d'altérabilité.	0,06	0,06
Gaz carbonique total.	277,75	205,92
Gaz carbonique combiné.	125,4	101,2
Gaz carbonique libre et demi-combiné	152,35	104,72
Azote ammoniacal en NH^3	0,018	0,018
Azote nitreux.	0	0
Azote nitrique en NO^3H	43,45	2,48
Azote organique en NH^3	0,06	0,049
Matières organiques: Milieu acide	2,3	
Milieu alcalin	0,6	0,85
Résidu à 110°	657	216
Résidu au rouge sombre après reconstitution des carbonates	612	140
Perte au rouge	45	76
Chlore total en Cl	22	5,68
Acide sulfurique total en SO^3	114,4	12,01
Acide phosphorique en P^2O^5	0,02	0,02
Silice en SiO^2	9,4	5,8
Oxyde de fer et alumine en $\text{Al}^2\text{O}^3 + \text{Fe}^2\text{O}^3$	1,6	1,26
Chaux totale en CaO	219,14	92,86
Magnésie totale en MgO	14,7	8,50
Degré hydrotimétrique total	27°8	19°1
» » permanent	19°5	»
» » après élimination de la chaux	7°	6°2
Alcalimétrie totale en mg. de CO^3Ca	252,5	200
» permanente	30	50

	N° 7	N° 8	N° 9
	Eau de Châlons (nouvelle captation) prélevée à l'usine des eaux	Eau de Châlons (nouvelle captation) prélevée à l'usine des eaux	Eau de Châlons (nouvelle captation) prélevée au robinet de la pharmacie Ploussard
Date du prélèvement	23-10-1935	15-12-1935	9-3-1936
	9 h.	8 h. 30	8 h. 50
Température de l'air	16°	1°	6°
Température de l'eau	15°	9°5	10°
Odeur	nulle	nulle	nulle
Saveur	nulle	nulle	nulle
Limpidité	parfaite	parfaite	parfaite
Dépôt	nul	nul	nul
Oxygène dissous en mg. d'O....	5,43	6,81	5,22
Oxygène dissous après 48 h. à +37°	5,07	5,43	4,40
Coefficient d'altérabilité	0,07	0,20	0,15
Gaz carbonique total	208,56	209,44	204,16
Gaz carbonique combiné	92,4	96,8	101,2
Gaz carbonique libre et demi-combiné	116,16	112,64	102,96
Azote ammoniacal en NH^3	0,016	0,026	0,008
Azote nitreux.	0	0	0
Azote nitrique en NO^3H	1,70	2,15	1,72
Azote organique en NH^3	0,08	0,058	0,066
Matières { Milieu acide	1,2	0,85	0,8
organiques { Milieu alcalin	0,25	0,5	0,6
Résidu à 110°	236	267	276
Résidu au rouge sombre après re- constitution des carbonates ...	181	155	246
Perte au rouge	55	112	30
Chlore total en Cl	4,97	5,68	5,68
Acide sulfurique total en SO^3 ...	9,34	10,98	10,98
Acide phosphorique en P^2O^5	< 0,02	0,03	0,02
Silice en SiO^2	6,13	4,93	4,56
Oxyde de fer et alumine en $\text{Al}^2\text{O}^3 + \text{Fe}^2\text{O}^3$	0,43	0,6	0,6
Chaux totale en CaO	91,46	117,6	112,46
Magnésie totale en MgO	8,57	8,19	7,87
Degré hydrotimétrique total	18°6	19°8	19°1
Degré hydrotimétrique permanent.		8°5	6°9
Degré hydrotimétrique après éli- mination de la chaux	5°9	8°6	9°
Alcalimétrie totale en mgr. de Co^3Ca	205	190	195
Alcalimétrie permanente	55	25	30

Interprétation des résultats des analyses chimiques

Nous pouvons, tout d'abord, examiner les différences de composition chimique existant entre les eaux captées sur la rive gauche (ancienne captation) et les eaux recueillies sur la rive droite qui alimentent actuellement notre Ville. Les résultats des analyses chimiques révèlent la différence d'origine de ces eaux et l'influence des terrains sur la composition chimique.

Les résidus à 110° et au rouge sont plus importants pour les eaux de la rive gauche que pour celles de la rive droite. Il en est de même de la proportion de calcaire: les chiffres de la chaux totale et de l'alcalimétrie permanente l'indiquent bien. La nouvelle captation a également une teneur plus faible en sulfates. Par contre, l'eau de la rive droite est plus riche en acide carbonique total, mais cela ne doit pas nous étonner puisque nous avons à faire à une nappe souterraine très importante. La silice semble exister en quantités égales dans les deux sortes d'eaux; les eaux d'alluvions, par contre, contiennent une quantité plus faible d'alumine et de fer.

Passons maintenant à la question de la potabilité. A ce point de vue, la Ville de Châlons a réalisé un gros progrès en faisant appel à la nappe des alluvions. Les analyses faites en différentes saisons montrent que l'eau de la rive droite ne présente pas de variations saisonnières importantes dans sa composition. Cette fixité montre que cette eau est mieux protégée contre les causes de contamination. L'azote ammoniacal et l'azote organique ne s'y trouvent qu'en faibles proportions: pour le premier, les chiffres varient entre 0,008 et 0,026 milligrammes par litre; pour le second, entre 0,049 et 0,08 milligrammes par litre.

L'eau des galeries filtrantes et de l'ancien puits foré accuse au contraire 0,028 et 0,10 milligrammes d'azote ammoniacal et 0,108 milligrammes d'azote organique par litre.

Le même phénomène se reproduit pour les nitrates; leur taux est très variable sur la rive gauche, alors qu'il est à peu près constant sur la rive droite. Enfin, l'eau d'alluvions contient de très faibles proportions de matières organiques. A titre de comparaison, nous avons procédé à l'analyse de l'eau de Marne prélevée en face l'usine des eaux. Si nous ne considérons que l'analyse chimique, cette eau nous apparaît tout au plus suspecte et cependant l'analyse bactériologique nous obligera à la classer dans les eaux mauvaises. La présence d'acide phosphorique et d'une assez forte proportion d'azote ammoniacal sont les seuls éléments vraiment défavorables.

Le puits du dépôt du chemin de fer, creusé dans la craie, ne semble pas, lui non plus, à l'abri des souillures. Il contient de l'azote organique en assez grande quantité. L'ensemble de sa minéralisation le rapproche des eaux de la rive gauche. Enfin, comme d'assez nombreux puits sont encore utilisés dans la ville, nous avons voulu nous rendre compte de la potabilité de leurs eaux. Du point de vue chimique, nous pouvons affirmer que l'usage de ces puits devrait être abandonné; la coexistence de fortes proportions de nitrates et de chlorures indique une pollution d'origine humaine ou animale.

L'abondance des sulfates, l'importance du résidu constituent autant d'indices défavorables. Nous pouvons donc classer provisoirement les différents prélèvements de la façon suivante :

Eau de très bonne qualité: n^{os} 6, 7, 8 et 9.

Eau de bonne qualité: néant.

Eau d'assez bonne qualité: néant.

Eau de médiocre qualité: n^{os} 2 et 4.

Eau suspecte: n^{os} 1, 3 et 5.

Eau mauvaise: néant.

Résultats des analyses bactériologiques

Numéros des analyses	Examen bactériologique	Bacilles fluorescents
N° 1	Numération: 7.908 colonies par cm ³ , dont 738 colonies liqué- fiantes. Recherche du Colibacille: posi- tive. Numération: 3.300 au litre.	Présence au moins 10.000 germes par litre
N° 2	Numération: 3.572 colonies par cm ³ , dont 632 colonies liqué- fiantes et 40 moisissures. Recherche du Colibacille: posi- tive. Numération: 100 au litre.	Présence au moins 10.000 germes par litre
N° 3	Numération: 124 colonies par cm ³ , dont 25 colonies liqué- fiantes et 8 moisissures. Recherche du Colibacille: posi- tive. Numération: 10 au litre.	Présence au moins 1.000 germes par litre
N° 4	Numération: 310 colonies par cm ³ , dont 65 colonies liqué- fiantes et 2 moisissures. Recherche du Colibacille: posi- tive. Numération: 100 au litre.	Présence au moins 10.000 germes par litre
N° 5	Numération: 139 colonies par cm ³ , dont 30 colonies liqué- fiantes et 9 moisissures. Recherche du Colibacille prati- quée sur 100 cm ³ d'eau: né- gative.	Présence au moins 10.000 germes par litre
N° 6	Numération: 52 colonies par cm ³ , dont 3 colonies liqué- fiantes et 1 moisissure. Recherche du Colibacille prati- quée sur 100 cm ³ d'eau: né- gative.	Présence au moins 1.000 germes par litre

Numéros des analyses	Examen bactériologique	Bacilles fluorescents
N° 7	Numération: 425 colonies par cm ³ , dont 5 moisissures. Recherche du Colibacille pratiquée sur 100 cm ³ d'eau: négative.	Absence
N° 8	Numération: 187 colonies par cm ³ , dont 30 colonies liquéfiantes et 42 moisissures. Recherche du Colibacille pratiquée sur 125 cm ³ d'eau: négative.	Présence au moins 1.000 germes par litre
N° 9	Numération: 37 colonies par cm ³ , dont 11 colonies liquéfiantes et 9 moisissures. Recherche du Colibacille pratiquée sur 100 cm ³ d'eau: négative.	Absence

Interprétation des résultats des analyses bactériologiques

L'eau de Marne contient une flore microbienne abondante, surtout en période de crues. L'analyse nous a permis de déceler la présence de plus de 3.000 Colibacilles par litre et de 10.000 Bacilles fluorescents. Les deux analyses de l'eau anciennement distribuée dans la Ville ont indiqué, elles aussi, une souillure de l'eau. Il est vrai que les prélèvements ont été effectués à une période assez défavorable, au commencement des travaux de la nouvelle captation d'eau.

Les analyses antérieures n'en montrent pas moins que les crues de la Marne compromettent gravement la qualité des eaux recueillies par les galeries filtrantes sur la rive gauche. La défectuosité des terrains fissurés apparaît encore dans le résultat de l'analyse n° 3. L'eau du dépôt du chemin de fer renfermait à cette époque 10 Colibacilles par litre: souillure

minime, il est vrai, mais qui incite à être prudent dans l'appréciation de la qualité de cette eau. L'eau du puits de Châlons, que nous avons examiné, bien que renfermant une flore microbiennè réduite, contient néanmoins une proportion de Bacilles fluorescents assez élevée.

Enfin, l'analyse bactériologique confirme les résultats chimiques, en ce qui concerne l'eau de la rive droite. Cette eau s'avère d'excellente qualité au point de vue bactériologique: nous n'y avons jamais trouvé de Colibacilles. La flore microbienne est pauvre et les Bacilles fluorescents, lorsqu'il y en a, sont fort peu nombreux.

TROISIÈME PARTIE

Etude des eaux de quelques communes
situées dans la région de Châlons

CHAPITRE PREMIER

EFFORT FAIT dans le DÉPARTEMENT de la MARNE pour DOTER les COMMUNES d'une DISTRIBUTION d'EAU POTABLE

Peu nombreuses étaient les communes de notre département qui, avant 1914, étaient alimentées par une captation unique fournissant en abondance une eau exempte de toute souillure.

Les villes et quelques communes dont les revenus étaient suffisants pouvaient supporter une telle dépense. Dans un très grand nombre de villages, chaque maison avait son puits particulier, foré ordinairement sans souci des précautions hygiéniques indispensables.

Certes, la loi du 15 février 1902 confère une importance appréciable au problème de l'eau potable. Les règlements sanitaires prévus par cette loi et applicables à toutes les communes de France, mentionnent toutes les prescriptions relatives à l'alimentation en eau. Plusieurs articles traitent des différents modes de captage, du mode de construction des puits et des précautions à observer pour mettre l'eau à l'abri de toute contamination. L'article 10 spécifie que « le décret déclarant d'utilité publique le captage d'une source pour le service d'une commune détermine, s'il y a lieu, en même

temps que les terrains à acquérir en pleine propriété, un périmètre de protection contre la pollution de la dite source ». Plusieurs amendements furent apportés à cette loi de 1902; dans l'un d'eux, il est noté que les villes de plus de 5.000 habitants qui désireraient réaliser une captation, devraient obligatoirement consulter le Conseil supérieur d'hygiène. Toute contravention aux dispositions de cette loi serait passible des pénalités prévues aux articles 479 et 480 du Code pénal. Complément indispensable, la loi de finances du 31 mars 1903 réglait le principe d'intervention financière de l'Etat en faveur des projets d'adduction d'eau.

Cette loi, en effet, décidait qu'un prélèvement supplémentaire, allant jusqu'à 1 %, serait effectué sur les fonds du Pari Mutuel; il servirait à subventionner les travaux d'adduction d'eau potable des communes dont la valeur des centimes ne dépasse pas 1.000 frs.

De nouveaux encouragements furent prévus par la loi du 12 août 1919 et celle du 31 juillet 1920. Ils consistaient en un second prélèvement de 1 % sur les fonds du Pari Mutuel mais uniquement en faveur des Régions Libérées et en un prélèvement de 33 % sur le produit des jeux. La répartition de ces dotations est effectuée par les soins d'une Commission siégeant au Ministère de l'Agriculture. En 1928, une loi de finances autorise le principe d'une inscription budgétaire normale au profit des adductions d'eau potable; 5 millions en 1929, puis 10 millions en 1930 figurent à ce titre au budget du Ministère de l'Agriculture. L'Etat mettait enfin à la disposition des communes une somme s'élevant à 250 millions, à répartir sur 5 années, sous forme de prêts à taux réduit.

La loi de l'Outillage national du 28 décembre 1931 accordait pour les travaux de captation une nouvelle subvention de 300 millions.

Le 16 avril 1930, le fonds d'avances de 250 millions est renouvelé; il doit se répartir sur 4 années.

Puis c'est la période des difficultés financières et économiques et des réductions progressives sont effectuées sur les subventions. Ces réductions risquaient d'entraver l'essor donné aux adductions d'eau potable.

La loi du 7 juillet 1934, pour l'application du plan MARQUET augmentait de 350 millions les subventions accordées aux travaux communaux d'eau potable.

Les décrets-lois du 8 et 28 août 1935 (plan FROSSARD) vinrent ensuite instituer un régime de bonifications d'intérêts, servies par la Caisse d'avances aux départements et communes.

Si nous ne considérons que les crédits des subventions dont a pu disposer depuis 1929 la Commission du Pari Mutuel, compte tenu de la dotation budgétaire normale et des ressources provenant du prélèvement de 2 %, c'est un total de 1.250 millions environ qui a servi ou qui est acquis aux projets communaux d'adduction d'eau potable. Avant 1929, la Commission spéciale du Ministère de l'Agriculture avait distribué 522-millions.

Le département de la Marne sut profiter des heureuses dispositions de ces lois. Sous la haute autorité de plusieurs de ses Préfets, une propagande active fut menée auprès des Municipalités des communes afin de leur démontrer tous les avantages résultant d'une distribution d'eau. Un emprunt au taux de 3 % fut consenti aux communes par le département pour les aider à procéder aux travaux de recherche d'eau potable. Bien plus, le Conseil général décida de prendre à sa charge les dépenses laissées au compte des communes, relatives aux forages et recherches d'eaux non couronnés de succès. Il prêta enfin aux communes les sommes nécessaires pour leur permettre l'installation des branchements allant de la canalisation principale à l'intérieur des maisons,

compteurs compris. Cette propagande, basée sur d'incontestables avantages, eut le don de décider bien des Municipalités hésitantes. A l'heure actuelle, sur 662 communes que compte le département, 300 sont dotées d'une adduction d'eau potable. Voyons rapidement les différentes formalités que doit remplir une commune qui désire pourvoir ses habitants d'une distribution d'eau.

Le Conseil municipal délibère tout d'abord pour nommer « l'homme de l'art » chargé d'établir le projet et solliciter le concours d'un géologue. Le compte rendu de cette délibération est adressée à la Préfecture, qui demande au géologue officiel du département de procéder à l'examen des ressources aquifères de la région. La commune fait ensuite procéder, sous la direction de l'Inspecteur d'hygiène du département, aux analyses chimiques et bactériologiques. Si le résultat en est favorable, un projet est établi par l'homme de l'art choisi et joint au dossier qui contient, entre autres pièces: le rapport du géologue, le résultat des analyses, des renseignements sur la gestion des finances communales pendant les trois dernières années, la délibération du Conseil municipal approuvant le projet et sollicitant une subvention sur les fonds du Pari Mutuel, une statistique des maladies d'origine hydrique pendant les trois dernières années, la situation sanitaire et les besoins en eau, l'avis de l'Inspecteur départemental des sapeurs-pompiers. Le dossier est envoyé à la Préfecture, soumis à l'examen de la Commission des bâtiments civils, de la Commission sanitaire d'arrondissement et, enfin, du Conseil départemental d'hygiène. Après l'approbation préfectorale, que vient sanctionner la décision ministérielle, les travaux peuvent commencer. Dans le département de la Marne, c'est le service des Ponts et Chaussées qui, sous l'impulsion de son chef, M. BRIANCOURT, a été chargé d'établir la plupart des projets d'adduction d'eau. Les projets sont ensuite divisés en divers lots, pour lesquels

une adjudication est ouverte. L'exécution des travaux est suivie par les ingénieurs des Ponts et Chaussées qui veillent à ce que le cahier des charges soit respecté par les entrepreneurs adjudicataires. Lorsque les travaux sont terminés, le service des Ponts et Chaussées fait procéder aux essais des différentes parties des ouvrages et constate s'ils répondent bien aux conditions du cahier des charges.

Pour vérifier l'étanchéité du réservoir, des canalisations et de la fontainerie, on les remplit et on y laisse séjourner l'eau pendant 15 jours, délai à la fin duquel on constate si aucune variation de niveau dans le réservoir ne s'est produite. Si le résultat de l'enquête est satisfaisant, le Maire, assisté de deux Conseillers municipaux, procède à la réception provisoire de cette partie de l'ouvrage. La réception définitive est prononcée un an après. Le délai de garantie est fixé à un an, à dater de la réception provisoire.

Dans le cas contraire, l'entrepreneur est tenu de remédier. à ses frais, aux défauts.

La même procédure se renouvelle pour l'équipement électrique du forage, avec cette différence que les essais de rendement en eau et de consommation provisoire dès la mise en marche de l'installation deviennent définitifs après trois mois de marche normale.

Mais il ne suffisait pas de forer un peu partout le sol et de distribuer l'eau aux habitants de nombreuses communes. Il était de toute nécessité de s'assurer de la potabilité de cette eau. C'est à ce besoin que répondit la création du Service départemental de surveillance des eaux d'alimentation. Il fut institué par M. MAGNY, alors préfet de la Marne, par un arrêté daté du 8 juin 1932. Ce Service de surveillance est mis à la disposition de toutes les communes qui possèdent une distribution publique d'eau, moyennant une redevance très faible, dont la moitié est d'ailleurs supportée par le département. Cette surveillance consiste en plusieurs mesures.

Chaque année, un ingénieur des Ponts et Chaussées visite les ouvrages qui composent l'adduction d'eau et adresse à la Préfecture un rapport. D'autre part, des échantillons d'eau, en période de hautes et basses eaux, sont prélevés en principe deux fois par an, dans chaque commune, et envoyés au laboratoire de bactériologie de Reims, qui vérifie la qualité de l'eau consommée. Cette mission est confiée soit aux agents du Service de désinfection, soit au Médecin Inspecteur départemental de l'hygiène.

Lorsqu'une analyse révèle une eau mauvaise ou suspecte, de nouveaux prélèvements sont effectués. Si leurs résultats sont encore défavorables, l'ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées et l'Inspecteur départemental d'hygiène se livrent à une enquête sur place, recherchent les causes de pollution et adressent au Préfet un rapport dans lequel ils consignent les résultats de leur enquête et indiquent les mesures à prendre pour remédier à cet état de choses. De son côté, l'Inspecteur départemental d'hygiène expose au Maire de la commune intéressée les procédés de stérilisation destinés à rendre temporairement l'eau potable. La même procédure se renouvelle dès qu'un cas de fièvre typhoïde est signalé dans un village. Si, en dépit des mesures prises l'eau ne s'améliore pas, l'autorité préfectorale, après avis technique de l'ingénieur des Ponts et Chaussées et du Médecin Inspecteur départemental impose à la commune l'installation d'un appareil de verdunisation.

Notre département peut donc se montrer fier des efforts qu'il a fournis pour résoudre le problème de l'eau.

Dans l'immense majorité des cas, l'eau des puits de nos villages, construits dans la craie, est de qualité médiocre, souvent mauvaise. Lorsqu'elle est potable, mieux vaut encore s'en méfier. Les causes de contamination persistent, provenant de la proximité de fosses d'aisances, d'un dépôt de fu-

mier ou d'une mare. Un jour ou l'autre, à la faveur des fissures de la craie, l'eau peut être polluée.

Une adduction d'eau potable met la population à l'abri des maladies d'origine hydrique: fièvres typhoïde et paratyphoïde, choléras et diarrhées cholériformes, gastro-entérites. On nous objectera que l'usage continu d'une eau impure peut immuniser l'organisme humain contre ces manifestations morbides. Mais cette immunité est faible et trompeuse: des influences diverses peuvent provoquer une recrudescence de la virulence des germes contenus dans l'eau et l'on assiste à l'éclosion brusque d'une de ces épidémies qui font parfois de nombreuses victimes.

Par la réalisation des distributions d'eau communales, on peut éviter ces épidémies. On comprendra, en effet, qu'il est matériellement impossible de procéder régulièrement à l'analyse de l'eau de tous les puits d'une commune. Si par contre tous les habitants consomment la même eau, le Service d'hygiène pourra surveiller périodiquement la qualité de cette eau et si éventuellement l'eau se révèle de qualité médiocre, faire appliquer les mesures nécessaires à sa purification. A plus forte raison, lorsqu'une épidémie d'origine hydrique éclatera, l'Inspecteur départemental d'hygiène en découvrira facilement la cause et pourra en arrêter prématurément le développement.

A l'insécurité des puits particuliers succéderont les garanties que fournissent des captations exécutées scientifiquement et soumises à une surveillance technique et hygiénique continue.

Dans notre département, le service des Ponts et Chaussées se charge des recherches souterraines d'eau, établit les projets de distribution et assure la réception et la surveillance technique des ouvrages.

L'Inspection départementale d'hygiène, service qui fut organisé de bonne heure dans notre département et qui est

dirigé par deux Inspecteurs d'hygiène chargés, l'un de l'arrondissement de Reims, l'autre du secteur de Châlons (arrondissements de Vitry, Châlons, Epernay) a la mission de prélever les échantillons d'eaux pour les analyses et de diriger, le cas échéant, en collaboration avec le service des Ponts et Chaussées, les enquêtes déclanchées par des résultats défectueux.

L'Inspecteur départemental de Châlons assure en outre:

1° la tenue à jour d'un dossier sanitaire pour chaque commune;

2° la tenue à jour d'un dossier concernant la qualité de l'eau fournie par les adductions des communes possédant une distribution publique.

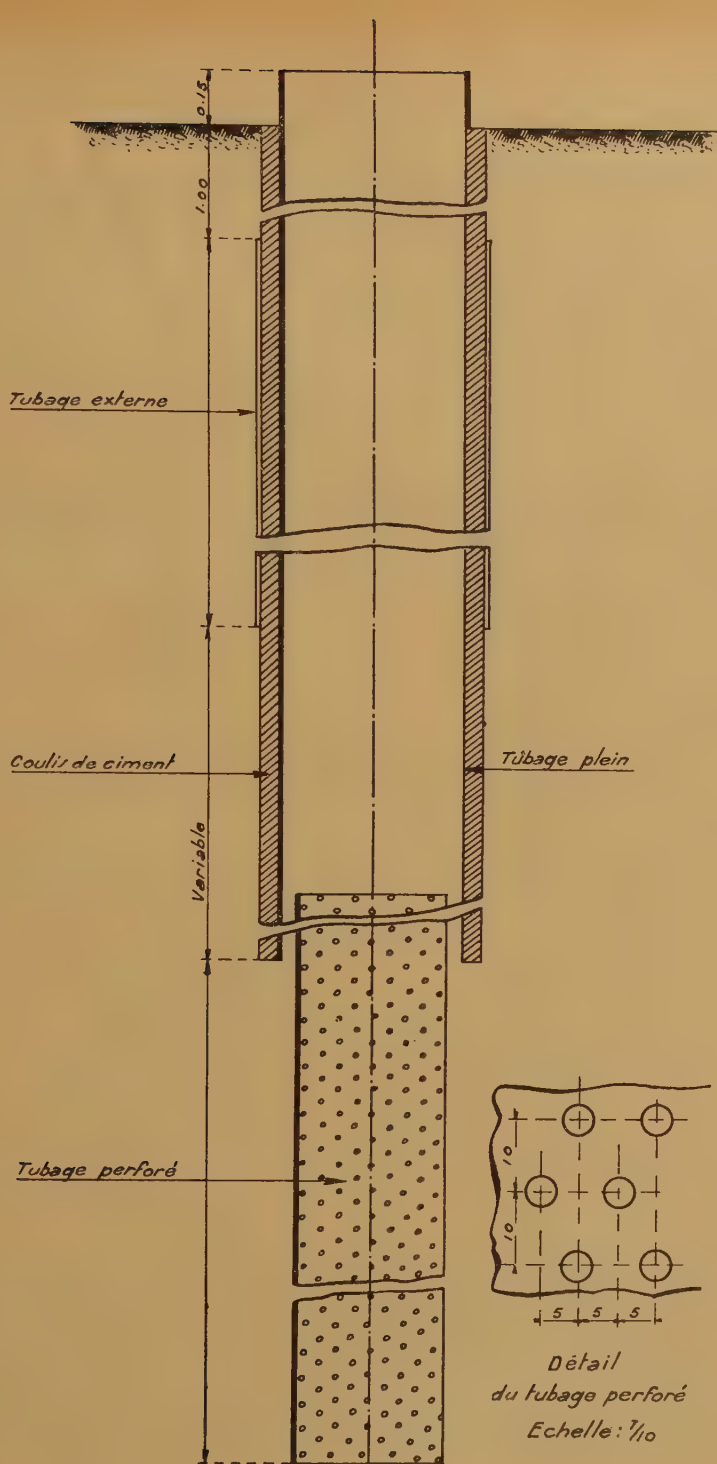
3° l'établissement de la statistique démographique (à l'aide, d'une part, des déclarations des maladies contagieuses et, d'autre part, des relevés trimestriels d'état civil établis par les communes).

La collaboration intelligente des Services départementaux d'hygiène et des Ponts et Chaussées, dans la réalisation de cette politique de l'eau potable, a permis d'enregistrer des résultats très encourageants, ainsi que le montrent les chiffres suivants.

Déclarations de fièvre typhoïde parvenues à la Préfecture de la Marne:

Nombre de cas	
Année 1928	46
» 1929	32
» 1930	23
» 1931	22
» 1932	20
» 1934	17 cas civils + 2 militaires
» 1935	18 cas civils + 1 militaire

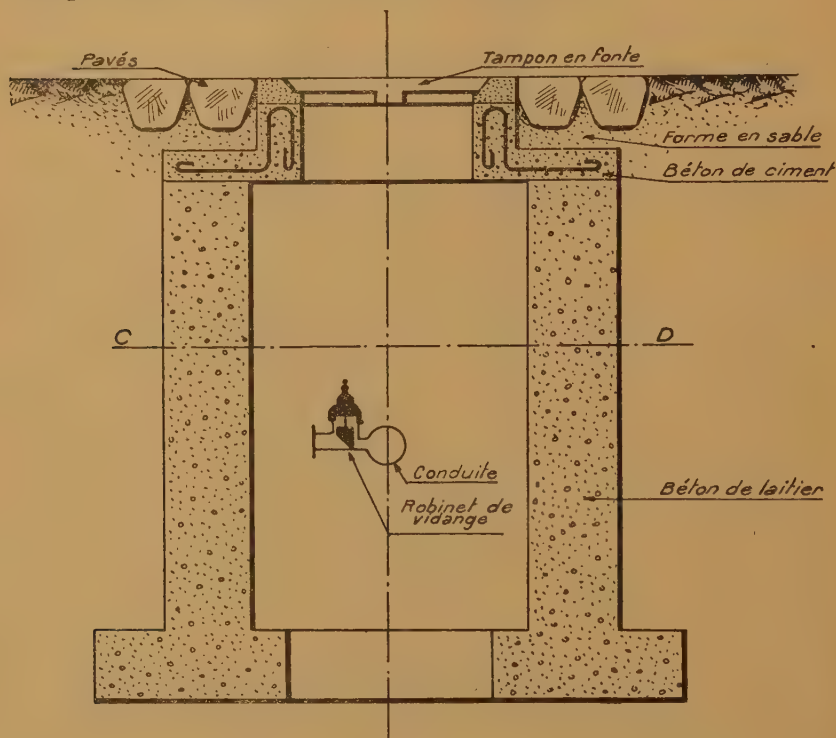
Ces chiffres sont parfois au-dessus de la réalité, car plusieurs affections déclarées fièvre typhoïde, n'ont pas reçu de



Echelle: 0.05

Coupe d'un puits foré.

confirmation bactériologique. Ils prouvent toutefois que cette maladie est en décroissance régulière dans notre département. Cette diminution progressive est due sans nul doute à l'effort considérable entrepris pour doter les communes rurales d'eau potable et aux mesures préventives adoptées lorsqu'un cas de fièvre typhoïde est déclaré.

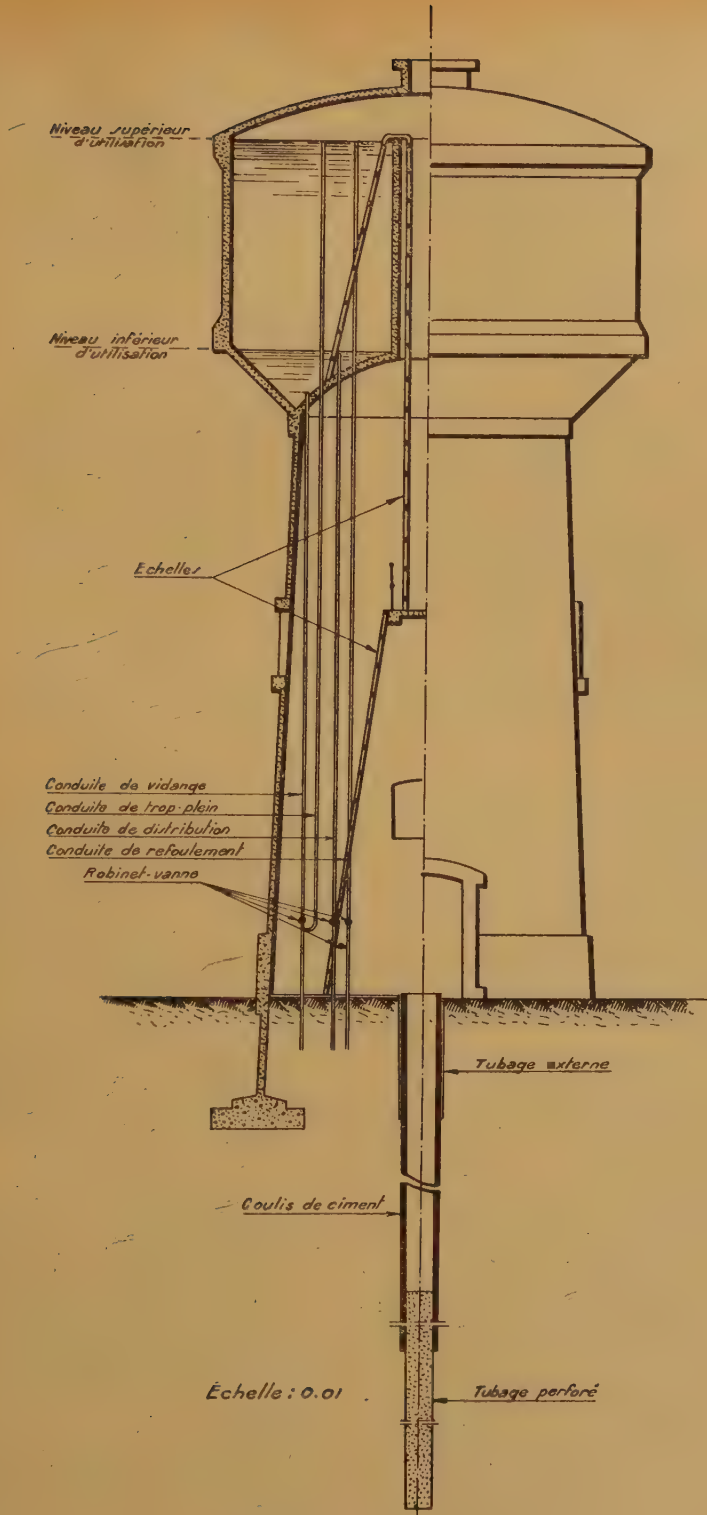


Coupe d'un puits de vidange.

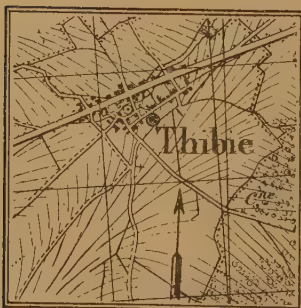
Après ces considérations générales, nous allons passer à l'étude des eaux de quelques communes du département de la Marne, dotées d'une distribution d'eau potable.

A dessein, nous avons choisi des communes situées dans le voisinage immédiat de Châlons.

Tous les forages étudiés traversent, à peu de choses près,



Coupe d'une tour réservoir.



Emplacements des captations
dans les différentes communes étudiées.

les mêmes terrains, tous ont été équipés suivant les mêmes directives par le service des Ponts et Chaussées. Parfois, des circonstances particulières, des conditions locales ont obligé les ingénieurs à modifier, au cours de l'exécution des travaux, les plans qu'ils avaient dressés.

Le forage proprement dit se compose en général de deux parties. La partie supérieure du forage est formée de deux tubes en tôle d'acier de diamètre différent entre lesquels on coule du ciment.

Le diamètre et la hauteur de cet avant-puits sont directement sous la dépendance des conditions locales. A cet avant-puits, qui empêche la pénétration des eaux superficielles, fait suite un tube perforé de 0 m. 30 de diamètre. Les schémas ci-joints montrent bien l'assemblage des deux parties, ainsi que la disposition des différentes conduites dans une tour réservoir type.

Laissant de côté ces données générales susceptibles de variation, nous noterons, à propos de chaque commune, sa situation géographique, ainsi que les quelques données historiques que nous avons pu rassembler [16]. Nous étudierons ensuite les ressources en eau, l'alimentation ancienne et l'alimentation nouvelle de la commune, ainsi que les particularités inhérentes à chaque captation. Nous mentionnerons également, à propos de chaque village, les résultats des analyses effectuées, soit à titre d'essai, soit à titre de surveillance. Dans le chapitre III, nous avons groupé les résultats des recherches personnelles auxquelles nous avons procédé dans chaque commune.

CHAPITRE II

ETUDE de L'ALIMENTATION en EAU POTABLE de QUELQUES COMMUNES

Thibie

Petite commune de 216 habitants (recensement de 1931) située à 10 kilomètres à l'Ouest de Châlons et traversée par la route nationale de Paris à Châlons. Son altitude moyenne au-dessus du niveau de la mer est de 108 mètres. Ce village est dominé au Sud par de faibles pentes couvertes de bois de pins. Jusqu'à une profondeur considérable, on ne rencontre que la craie fissurée que surmonte une mince couche de terre végétale.

Au centre du village, près de l'église, existe une résurgence dont le débit, variable suivant les saisons et les précipitations atmosphériques, donne naissance à un ruisseau qui porte le nom de Gironde ou de Pisseleu. Ce ruisseau, qu'alimentent d'ailleurs tout le long de son parcours d'autres résurgences du calcaire, arrose les communes de Saint-Pierre et Villers-le-Château, et se jette ensuite dans la Marne au-dessous de Saint-Gibrien.

Les puits qui alimentaient et alimentent encore partielle-

ment en eau le village, ont une dizaine de mètres de profondeur. Le niveau de l'eau subit des variations considérables entre les différentes saisons; ces puits semblent alimentés par les surfaces aquifères qui donnent naissance au Pisseleu.

Thibie, dont le nom dérive, d'après les uns, de Thebeus, ou Thibus, (ou de tymbus tombeau), d'après les autres de Thibiaccum, a une origine ancienne. Un diplôme de Charles le Chauve, de 850, accorde à l'église de Châlons le droit de percevoir des dîmes sur le territoire de cette commune. Son église date du XII^e siècle. Ses habitants, très actifs, ont su améliorer ce sol ingrat. Cette commune est dotée, depuis quelques années, d'une distribution d'eau potable; l'eau des puits est cependant encore utilisée dans plusieurs fermes.

Le service des Ponts et Chaussées a eu recours, pour procurer l'eau nécessaire, à un forage dans la craie, qui a été exécuté dans la partie haute du village, à la cote 108,50 et a été équipé conformément aux dispositions adoptées dans la majorité de semblables projets.

Voici quelques caractéristiques de ce forage:

Succession des terrains rencontrés:

de 108,50 à 107,50 : terre végétale;

de 107,50 à 76,50 (fin du forage) : craie divisée.

Profondeur 32 mètres. Le puits est entouré d'un périmètre de protection de 15 mètres de rayon. Au cours des essais, le niveau statique s'est fixé à la cote 100,00, le niveau d'équilibre à la cote 91, le débit étant de 12 m³ par heure.

La longueur totale des canalisations est de 2.450 mètres; au départ, le diamètre de la conduite maîtresse est de 120 millimètres; 8 robinets-vannes, 3 robinets de purge, 2 ventouses, 11 bornes-fontaines, 17 bouches d'arrosage et d'incendie complètent cette installation.

Le projet dressé par le service des Ponts et Chaussées tablait sur une population de 230 habitants et sur 600 têtes de bétail.

Le cube d'eau journalier nécessaire était donc de:

$$\begin{array}{rcl} 230 \times 100 & = & 23 \text{ m}^3 \\ 600 \times 50 & = & 30 \text{ m}^3 \\ \hline \text{soit} & \dots\dots & 53 \text{ m}^3 \end{array}$$

Une pompe, actionnée par un moteur de 3 CV. refoule l'eau dans une tour réservoir construite au-dessus du forage; la hauteur totale de cette tour est de 17 m. 30. Sa capacité est de 150 m³. Le niveau inférieur d'utilisation est situé à la cote 121, le niveau supérieur à la cote 124,50.

Le détail estimatif général des dépenses pour l'ensemble des travaux s'élevait, d'après le projet à 314.277 fr. 36.

Dans son rapport, M. MARTEL, géologue officiel du département, formula quelques réserves sur la profondeur à atteindre pour obtenir le débit nécessaire et sur le résultat futur des analyses bactériologiques et chimiques.

Parlant du puits: « Il est bien placé au Sud du village, nous dit-il, et il a toutes chances de recouper dans la craie fissurée les veines d'eau qui alimentent le ruisseau de la Gironde ». Sous ces conditions et réserves, je donne avis favorable.

L'analyse chimique et bactériologique fournirent des résultats satisfaisants.

Depuis la mise en service du forage l'eau a toujours été reconnue potable comme le prouvent les analyses périodiques effectuées par le Service de surveillance des eaux. Nous avons prélevé deux échantillons d'eau à Thibie; l'un provenant d'une borne-fontaine porte donc sur l'eau actuellement distribuée, l'autre à été recueilli dans un des nombreux puits qui existent encore dans le village. Ce puits était situé dans une cour; nous n'avons remarqué aux alentours aucune cause possible de contamination.

Analyse annexée au dossier du projet d'adduction d'eau

Date: 18 mars — Laboratoire départemental (1).

Matières organiques en oxygène absorbé par litre.....	1,8 mgr.
Ammoniaque	0
Nitrites	0
Nitrates en NO^3H par litre	6 mgr.
Chlorures en NaCl par litre	9 »
Colibacilles	0

Analyses de surveillance

16 Décembre 1932: Eau potable.

20 Octobre 1933: Eau potable.

12 Novembre 1934: Eau potable.

13 Décembre 1935: Eau potable.

Saint-Pierre

Située non loin de Thibie, mais un peu à l'écart de la route nationale, la petite commune de Saint-Pierre s'est construite dans le vallon de la Gironde ou Pisseleu. Sa population se monte à 158 habitants.

Un titre de 1499 cite comme seigneurs de Saint-Pierre le chapitre de la cathédrale de Châlons, l'abbaye de Saint-Sauveur de Vertus et les chanoines de la Trinité.

Son église fut détruite en 1814 par les Alliés.

Le sous-sol de la commune est encore constitué par la craie; cependant, au voisinage du ruisseau s'étale une couche mince d'alluvions qui n'est pas suffisante pour assurer une filtration des eaux de sous-écoulement. Saint-Pierre est bâti sur les graviers crayeux provenant de l'importance plus considérable autrefois du ruisseau.

Le Pisseleu, comme toutes les rivières champenoises, se caractérise par des variations de débit très importantes. Cette

(1) Les résultats des analyses seront toujours exprimés en milligrammes et par litre.

commune n'était autrefois alimentée en eau que par des puits profonds de quatre à cinq mètres creusés dans chaque cour de ferme. Ces puits fournissaient une eau sujette à de nombreuses causes de contamination dues à la proximité de tas de fumier et au lavage du linge aux abords des puits.

Par délibération du 30 décembre 1928, le Conseil municipal de Saint-Pierre confia l'étude et la rédaction d'un projet de distribution d'eau dans la commune au service des Ponts et Chaussées. En comptant une population de 170 habitants et un cheptel de 450 têtes de bétail, 39,500 mètres cubes étaient nécessaires chaque jour. On les obtint facilement au moyen d'un forage profond établi au Sud-Est de l'agglomération. Voici les caractéristiques de cet ouvrage:

Cote du sol à l'emplacement du forage: 99,10.

Coupe des terrains traversés:

De la cote 99,10 à la cote 98,36: terre végétale;

» 98,36 » 96,86: craie divisée;

» 96,86 » 75,15: (fin de forage) craie compacte.

Le forage a donc une profondeur de 24 mètres.

Le niveau statique atteint la cote..... 94,36
et le niveau d'équilibre la cote..... 68,31
pour un débit horaire de 14 m³.

La conduite de distribution dont le diamètre est de 100 mm. au départ se compose de 1.265 mètres de canalisation. Sur son parcours sont branchés 9 robinets-vannes, 2 robinets de purge, 2 ventouses, 9 bornes-fontaines et 11 bouches d'arrosage et d'incendie. Une tour réservoir de 120 m³ de capacité construite au-dessus du forage permet de distribuer l'eau par gravitation. Sa hauteur est de 17 m. 24 au-dessus du sol.

Le niveau supérieur d'utilisation du réservoir est situé à la cote 115,36, le niveau inférieur à la cote 112,16.

Un groupe électropompe à démarrage automatique élève en 4 heures les 39,500 m³ nécessaires à la population.

L'aspiration se fait à la cote 79,46, au moyen d'un tuyau muni à son extrémité d'un clapet et d'une crépine. D'après les études faites les 14 et 15 avril 1929, le rendement d'un puits d'essai de 1 m. 80 de diamètre était de 1 m³ 836 à l'heure, soit 44 m³ 308 en 24 heures.

Le projet estimait la dépense engagée pour ces travaux à 217.936 fr. 35.

Le rapport, en approuvant le projet de forage dans la craie, formulait les réserves habituelles provoquées par la structure des terrains crayeux et estimait suffisant un périmètre de protection de 15 à 20 mètres de rayon.

Nous avons relevé dans le dossier de la commune les résultats d'une analyse faite pendant les recherches préliminaires par le laboratoire départemental ainsi que ceux des analyses de surveillance effectuées chaque année. Une seule fois en 4 ans, l'eau a été reconnue non potable ; encore provenait-elle d'une borne-fontaine placée en fin de canalisation. Une analyse plus complète a été effectuée par nos soins ; afin d'établir une comparaison, nous avons également étudié l'eau fournie par un puits particulier et l'eau fournie par un groupe d'émergences alimentant le Pisseleu. Ces « sources » sont situées en contre-bas du chemin qui relie Thibie à Saint-Pierre.

Une cuvette assez vaste s'est formée. De ses berges émergent en plusieurs endroits des filets d'une eau assez limpide et assez abondante, du moins à l'époque où nous avons examiné le cours du Pisseleu.

Çà et là des bouillonnements indiquent l'existence d'autres émergences dans le sol même de la cuvette. Au milieu de

la cuvette un trou plus profond renferme une eau très limpide, reposant sur de la craie ou des graviers crayeux.

C'est là, prétendent les vieilles gens du pays, qu'on venait puiser, autrefois, l'eau avant le lever du soleil. On attribuait à cette eau la propriété de guérir les maux d'yeux, écoulements, orgelets, etc...

*Analyse faite au laboratoire départemental de Châlons
le 28 Mai 1929*

Matières organiques en oxygène absorbé par litre en milieu alcalin	0,5 mgr.
Ammoniaque saline	0
Nitrites.	0
Nitrates en NO^3H par litre	12 mgr.
Chlorures en NaCl par litre	16,5 mgr.
Colibacilles par litre	0
Eau potable.	

Analyses de surveillance

- 13 Décembre 1932: Eau prélevée à la première borne de Saint-Pierre: Eau potable. — Eau prélevée en fin de canalisation: Eau non potable.
3 Mars 1933: Eau potable.
19 Février 1934: Eau potable.
22 Mars 1935: Eau potable.
24 Février 1936: Eau potable.

Villers-le-Château

Cette commune ne possède pas encore de distribution d'eau; très voisine de Saint-Pierre, dont un kilomètre à peine la sépare, elle est également baignée par le Pisseleu. Située à 7 kilomètres à l'Ouest de Châlons, cette petite commune de 126 habitants, portait en 1101, le nom de Villare et en 1405, le nom de Villare-ad-Cornices, ou Villers-aux-Corneilles, qui a été remplacé récemment par Villers-le-Château. Son église romane date du XII^e siècle; son château aurait été construit au XVI^e siècle, sur l'emplacement d'une ancienne maison forte démolie en 1421.

Plusieurs familles furent successivement seigneurs de ce village.

Il existe de nombreux puits dans cette commune; ils reposent généralement sur un fond crayeux et sont profonds de 4 à 6 mètres. Au milieu du village, près du Pisseleu, une source nommée fontaine Saint-Maurice était autrefois très fréquentée pour ses propriétés curatives.

Nous nous sommes borné à analyser l'eau d'un des nombreux puits particuliers qui fournissent aux habitants l'eau dont ils ont besoin.

Saint-Gibrien

L'installation d'une distribution d'eau dans ce village est d'origine récente. Cette commune est située au Nord-Ouest de Châlons, à environ 6 kilomètres de distance de cette ville, sur la rive gauche de la Marne, à 300 mètres de cette rivière. Elle tire son nom de celui d'un prêtre écossais qui mourut à Coole ou à Coolus et dont le corps a été transféré à l'église Saint-Remy de Reims. Ce village s'appela aussi Saint-Gevrain, Saint-Jubian, Saint-Gibrien, Jolibois (en 1793), Mont-Union (en 1794).

En 1602 l'évêque Roger II en donna la seigneurie à l'abbaye de Toussaints.

Sa population est passée de 65 habitants en 1668 à 105 en 1842, 99 en 1886 et enfin 123 en 1931.

Comme dans les communes précédemment envisagées, les puits particuliers constituaient la seule ressource en eau. Le Conseil municipal pour remédier à cette situation, décida de confier la réalisation d'un Service des eaux à l'administration des Ponts et Chaussées.

Un puits foré de 60 mètres de profondeur fut établi, en amont de l'agglomération, à 120 mètres du village, en bordure du chemin vicinal de Fagnières, en un point situé à

l'Est du village à la cote 90,00. Après avoir traversé une couche de terre végétale de 1 m. 50 environ, les ouvriers rencontrèrent la craie blanche sur 15 m. 50, puis de la cote 73 à la cote 59 des bancs alternés de craie dure et de craie tendre et enfin la craie compacte jusqu'à la fin du forage.

Cote du niveau statique: 78

Cote du niveau d'équilibre pour un débit horaire de
15 m³. 71

Une tour réservoir a été construite au-dessus du forage; sa capacité est de 75 m³. Le sommet de cette tour atteint la cote 106; le niveau inférieur d'utilisation, la cote 102 et le niveau supérieur d'utilisation, la cote 104,75.

La partie inférieure de cette tour contient le groupe électro-pompe. L'eau est distribuée par gravitation, au moyen de 1.213 mètres de canalisation, 10 bornes-fontaines incongelables, 5 bouches d'incendie et d'arrosage.

Placés aux endroits convenables, 9 robinets-vannes, 6 robinets de vidange, 1 ventouse, complètent l'installation.

M. MARTEL, sous réserve des résultats que donneraient les analyses bactériologiques et chimiques, émit un avis favorable. Un périmètre de 15 mètres de rayon était, à ses dires, suffisant. Néanmoins, l'éminent géologue exprimait l'incertitude où l'on se trouvait au sujet de la profondeur à atteindre et du débit fourni par les fissures souterraines. Deux analyses ont été effectuées au cours de la période d'essais ou après cette période, l'une en 1931, par le laboratoire départemental de Châlons, l'autre plus détaillée par le laboratoire du Conseil supérieur d'hygiène publique de France en 1932. Toutes deux conclurent à la potabilité de l'eau, de même que les analyses de surveillance effectuées jusqu'à ce jour. L'eau que nous avons soumise personnellement à l'analyse fut prélevée chez le Maire de la commune, qui possède une concession.

Analyse faite à Châlons le 17 juin 1931 au laboratoire départemental

Matières organiques par litre.....	0,9
Ammoniaque	traces infimes
Nitrites.	0
Nitrates.	6
Chlorures en NaCl	18,72
Résidu sec à 180°	180
Sulfates en SO ⁴ Ca	18,66
Degré hydrotimétrique total	14°
Conclusion: Eau potable.	

Analyse bactériologique reçue le 11 juin 1931

Nombre de germes non liquéfiantes	676
Nombre de germes liquéfiantes	0
Nombre de moisissures	330
Colibacilles	0
B. fluorescens liquefaciens	néant
Germes de la putréfaction	néant
Conclusion: Eau pure.	

Analyses de surveillance

22 mars 1935: Eau potable.
24 février 1936: Eau potable.

Aulnay-sur-Marne

Cette commune est bâtie comme Saint-Gibrien sur les graviers crayeux de la Marne. Elle borde le cours de la rivière et s'étend jusqu'à la route nationale de Châlons à Epernay; 13 kilomètres la séparent de la première ville. La fondation d'Aulnay-sur-Marne remonte à une époque assez reculée. En 1196, une famille d'Aulnay est donnée à la milice du Temple par Geoffroy, Seigneur de Lucidomonte. Des lettres patentes de Philippe-le-Bel (en juin 1286), témoignent que dès 1211 le chapitre de la cathédrale avait des propriétés sur ce territoire. En 1231, les titres de l'abbaye de Toussaint font mention de ce village.

Sa population actuelle est de 237 habitants.

Cette commune a fait, elle aussi, un gros effort pour remplacer les puits particuliers, sujets aux contaminations par une distribution d'eau scientifiquement et techniquement construite et surveillée.

Un puits de 26 m. 50 de profondeur a été foré à l'Ouest du village à la cote 82, en bordure de la route nationale.

Ce forage a traversé les couches suivantes:

- terre végétale: 1 m. 50;
- sable et graviers: 3 m. 90;
- craie blanche jusqu'à l'extrémité inférieure du forage.

Au cours des essais, le niveau statique s'est fixé à 1 m. 80 en contrebas du sol, le niveau d'équilibre à 8 m. 65, sous pompage de 14 m³ heure. L'eau est élevée dans une tour réservoir qui surmonte le puits foré par un groupe électropompe d'une puissance de 3,5 C. V. La capacité de ce réservoir est de 173 m³; sa partie supérieure est à la cote 102,15.

Le service de distribution comprend 2.527 mètres de conduite, 15 bornes-fontaines, munies d'un raccord d'incendie, 11 bouches d'arrosage et d'incendie et des accessoires, tels que robinets-vannes (9), robinet de purge (1) et des ventouses (3).

Le cube d'eau journalier nécessaire est de 57 m³, il permet de faire face aux besoins de 270 habitants et de 600 têtes de bétail.

Selon les prévisions, la dépense totale devait se monter à 314.623 francs.

L'avis favorable accordé par le géologue fut confirmé par les résultats de l'analyse faite au laboratoire départemental de Châlons. Nous avons prélevé un échantillon dans cette commune dans une maison alimentée par le nouveau captage.

Analyse faite le 14 mars 1929 au laboratoire départemental

Matières organiques en milieu alcalin en O absorbé par litre .	2 mg.
Ammoniaque saline.	0
Nitrites.	0
Nitrates en NO^3H par litre.	10 mg.
Chlorures en NaCl par litre.	24 mg.
Colibacille.	0
Eau potable.	

Analyses de surveillance

- 10 mars 1933: eau potable à surveiller en fin de canalisation.
29 septembre 1933: eau potable.
14 septembre 1934: eau potable à surveiller.
29 janvier 1935: eau potable.

Chêniers

Avec la commune de Chêniers, nous retombons dans le domaine de la craie blanche à Micraster. Ce village s'est construit un peu à l'écart de la route de Châlons à Fère-Champenoise, dans une vallée crayeuse à 120 mètres au dessus du niveau de la mer. Les hauteurs qui le dominant sont couvertes de vastes bois de sapins. Il existait autrefois, entre Thibie, Chêniers et Nuisement, un bois étendu, appelé la grande Bardolle, composé d'essences diverses. Le nom de Chêniers rappelle d'ailleurs la présence du chêne dans cette contrée. Le défrichement commencé en 1802 n'a laissé subsister qu'un mince rideau d'arbres parmi lesquels l'on trouve d'ailleurs une flore différente de celle de la Champagne. Aucun cours d'eau, aucune source n'existent à proximité de cette commune, dont les habitants s'évertuent à améliorer le sol aride. Les puits creusés dans la craie fissurée sont très profonds pour la plupart: leur profondeur est d'au moins 25 mètres et le niveau de l'eau varie dans le courant de l'année de 15 à 18 mètres. Il n'est pas rare de voir même certains puits tarir en septembre. Ces puits sont ordinaire-

ment établis dans les cours des fermes, non loin des fosses à fumier ou à purin qui, par suite de la structure de la craie polluent facilement leurs eaux.

L'insuffisance et la mauvaise qualité de l'eau incitèrent le Conseil municipal de Chêniers à résoudre d'une façon satisfaisante ce délicat problème.

Le projet dressé par le service des Ponts et Chaussées prévoyait une consommation quotidienne de 45 m³, correspondant à une population de 100 habitants (chiffre réel 91) et à un cheptel de 100 têtes de bétail.

Des essais de rendement effectués sur un puits de 0 m. 33 de diamètre, accusèrent un débit de 3,100 litres à la seconde, largement suffisant. Pendant la durée des essais (12 heures) le niveau de l'eau et le débit se maintinrent constants.

Un forage définitif fut établi à la cote 133,50, à l'Ouest de l'agglomération, en bordure du chemin des Hauts. Sa profondeur est de 50 mètres. Ce puits est entièrement creusé dans la craie: à la faible couche de terre végétale (0 m. 50) qui existe en cet endroit, fait suite une zone de craie divisée d'une puissance de 6 m. 25, puis on rencontre ensuite la craie compacte.

Les plus hautes eaux connues se sont élevées à 11 m. 25, les plus basses à 27 m. 25 en contrebas du sol.

Un groupe électro-pompe, dont le moteur développe une puissance de 3 C. V., élève en 5 heures et demie la quantité d'eau nécessaire à la consommation quotidienne de la commune. La tour réservoir qui surmonte le forage a une capacité de 100 m³; le niveau supérieur d'utilisation est situé à 12 m. 50 le niveau inférieur à 8 m. 50 au-dessus de la surface du sol.

La longueur totale de la canalisation de distribution atteint 870 mètres; 3 bornes-fontaines et 9 bouches d'arrosage et d'incendie sont réparties dans les différentes parties du village.

Tout en émettant un avis favorable sur ces travaux, M. MARTEL se gardait bien de faire des « pronostics sur le sens du drainage souterrain » et imposait un périmètre de protection de 20 à 30 mètres de rayon.

170.165 francs, tel était le montant prévu pour cette installation.

Les résultats de l'analyse faite au laboratoire départemental, insérés dans le dossier du projet, concluent à la potabilité de l'eau.

Un seul échantillon de l'eau distribué dans la commune a été soumis, par nos soins, à l'analyse chimique et bactériologique.

Analyse effectuée le 24 septembre 1928 au laboratoire départemental

Matières organiques en milieu alcalin en 0 par litre.	2 mg.
Ammoniaque saline en NH^3 par litre.....	0
Nitrites.	0
Nitrates en NO^3H	6 mg.
Chlorures en NaCl par litre.....	15 mg.
Colibacilles.	0

Eau potable.

Analyses de surveillance

En 1932, eau prélevée au captage: eau mauvaise.

— en fin de canalisation: eau mauvaise.

10 novembre 1932: eau potable, mais à surveiller.

— liquéfiant par cm^3 : néant.

Colibacilles: 100 germes par litre, indologènes et faisant virer le rouge neutre. Réaction au plomb: négative.

Avril 1933: eau potable.

30 novembre 1934: eau potable.

13 décembre 1935: eau potable.

L'Épine

Nombreux sont ceux qui connaissent ce village ou en ont entendu parler. Il doit sa célébrité à l'existence d'une mer-

veilleuse basilique gothique, but fréquent de pèlerinage. La commune, située à 8 kilomètres à l'Est de Châlons est construite au sommet d'une colline, dont l'altitude atteint 158 mètres. La route de Châlons à Sainte-Menehould la traverse; une rivière baigne le pied de la colline qui la porte.

Ce bourg qui compte actuellement une population de 284 habitants n'était autrefois qu'un hameau nommé Ste-Marie. appartenant aux religieux de Saint-Jean de Laon. Elle constituait d'ailleurs à cette époque, une dépendance de la paroisse de Melette. Son nom et sa célébrité lui viennent de l'apparition, en 1400, dans un buisson d'épines « de l'image miraculeuse de la Vierge répandant une lumière éblouissante ». Ce prodige attira de nombreux pèlerins, les offrandes affluèrent, destinées à la construction d'une église dédiée à la Vierge. C'est un architecte anglais, nommé Patrice, qui dressa le plan de la nouvelle église. Commencée en 1419, au milieu des guerres qui désolaient le royaume, cet édifice gothique remarquable par sa légèreté et la richesse de son ornementation ne fut achevé qu'en 1529. Pierre Robert, curé de Melette obtint le transfert de sa cure à l'église Notre-Dame de l'Epine. Les habitants le suivirent et fondèrent le village actuel. La basilique reçut dans le cours des siècles la visite de nombreux rois ou de grands personnages. Louis XI entre autres s'y rendit à pied de Châlons. Pendant les guerres de religion, pendant la Révolution, elle subit de nombreuses mutilations que Louis XVIII, le duc de la Rochefoucauld et Napoléon s'employèrent à réparer. L'Epine est encore de nos jours un lieu de pèlerinage très fréquenté. Il existe dans l'église même un puits, dont l'eau a la réputation de réaliser des guérisons miraculeuses. C'est sur le territoire de l'Epine, entre Châlons et cette commune qu'était établi le village de la Croisette, détruit en 1431, au cours de la guerre contre les Anglais.

La crête qui porte le village de l'Epine représente la li-

gne de partage des eaux entre le bassin de la Marne et le bassin de la Vesle. Le sous-sol est constitué par de la craie blanche à Micraster et par des terres d'alluvions dans la vallée de la Vesle. Cette commune a été de bonne heure favorisée sous le rapport de l'alimentation en eau potable. Avant la guerre de 1914-18 des puits particuliers établis dans le sous-sol même des cours de fermes, fournissaient l'eau nécessaire; ces puits entièrement creusés dans la craie, de débit très faible étaient alimentés par les suintements de la craie; le niveau hydrostatique était d'ailleurs influencé par le cours de la Vesle. Leur profondeur variait entre 50 et 60 mètres dans la partie haute et 26 à 28 mètres dans la partie basse du village. Pendant la guerre, le Service des eaux aux armées fit installer une distribution d'eau potable pour les troupes en cantonnement dans le village ainsi que des postes de chargement pour les transports par haquets aux troupes des cantonnements voisins. Malheureusement la guerre terminée, le Service des eaux aux armées fit enlever les machines élévatoires. En 1921, par suite d'une grande sécheresse, les puits du village tarirent. Les habitants les firent approfondir, mais sans grands résultats. La Vesle elle-même resta à sec de mai 1921 à janvier 1922. La Municipalité envisagea alors l'utilisation du puits foré, creusé par les soins de l'armée; en présence du refus du propriétaire du terrain, où ce puits avait été établi, il fallut avoir recours à la réquisition.

D'autre part, l'Etat avait abandonné, au profit de la commune de l'Epine, les conduites de distribution ainsi que les deux réservoirs en tôle servant à emmagasiner l'eau. Le puits foré pouvait fournir un débit de 36 mètres cubes heure. L'eau reconnue potable par le Service de Santé de l'armée fut de nouveau analysée par le laboratoire départemental de Châlons, qui adopta les mêmes conclusions.

Ce puits creusé dans la vallée de la Vesle, à 80 mètres de

la rive gauche en contrebas de l'agglomération est entièrement foré dans les sables calcaires qui constituent les alluvions anciennes de la vallée et reposent sur la craie à Micraster. Le niveau de l'eau varie entre les cotes 130,45 et 133,65. L'Epine avait donc des ressources en eau saine et abondante très appréciables, mais les moyens élévatoires lui faisaient défaut. Les choses en étaient donc restées là lorsqu'à la demande de la Municipalité le Génie rural fut sollicité en 1922 pour mettre au point la distribution de l'eau dans la commune. Le projet mentionnait tout d'abord le cube journalier nécessaire à la commune (d'après les calculs il s'élevait à 44 m³), puis prévoyait l'utilisation et l'extension du réseau de canalisation établi par le Service des eaux aux armées. Un réservoir en ciment armé, d'une contenance totale de 100 m³, placé sur une tourelle en maçonnerie de 3 m. 20 de hauteur fut élevé au centre du village, dans la partie la plus haute. La conduite de distribution partait de là et aboutissait à 11 bornes-fontaines réparties dans le village.

Quant à la question du refoulement de l'eau du puits dans le réservoir, elle fut résolue économiquement par le Génie rural. Il ne fallait pas songer à utiliser l'énergie électrique; l'électrification de la région n'était encore qu'à l'état de projet. Un moteur à explosion eut entraîné des frais d'exploitation onéreux. L'existence à une époque assez ancienne de cinq moulins à vent, sur la butte de L'Epine, amena à utiliser la force du vent. Développant une puissance de 2 HP, ce moteur éolien, dont le centre de rotation était situé à 29 mètres environ au-dessus du sol, fut installé au-dessus du puits et muni d'un système d'orientation et de désorientation. Il mettait en action une pompe siphon à double effet, dont le tuyau d'aspiration plongeait sur 5 mètres de longueur dans le puits et qui était capable d'élever en 7 heures les 44 mètres cubes nécessaires.

Le rapport géologique conclut à l'adoption de ce mode de distribution d'eau potable. M. MARTEL estimait cependant que 130 litres d'eau par habitant et par jour représentaient une quantité assez faible:

On trouvera très probablement, écrivait-il, un débit d'eau suffisant dans les alluvions anciennes et modernes qui remplissent la vallée de la Vesle, malgré l'étroitesse de cette vallée. Par suite de cette dernière circonstance, je conseille de ne pas approfondir le puits; on risquerait de rencontrer la craie fissurée qui pourrait absorber la petite nappe d'eau.

Un périmètre de protection de 35 à 50 mètres de rayon préviendrait les eaux contre toute contamination superficielle. M. MARTEL prescrivait enfin d'effectuer une ou deux analyses bactériologiques par an à la suite des crues de la Vesle. Une analyse faite à cette époque par le laboratoire départemental est jointe au dossier de la commune.

En 1927, la commune de L'Epine profite des nouveaux avantages accordés par la loi, pour améliorer son service des eaux. Des canalisations nouvelles, une borne-fontaine supplémentaire furent établies. L'ancien moteur éolien fut remplacé par un groupe électropompe d'une puissance de 3 CV.; un bâtiment fut construit à 7 mètres au Sud du puits pour l'abriter. C'est cette installation qui fonctionne actuellement et qui donne toute satisfaction aux habitants de L'Epine.

Un seul échantillon a été examiné par nos soins dans cette commune.

Analyse datée du 4 février 1934, faite au laboratoire départemental

Matières organiques en milieu alcalin, en oxy-	
gène absorbé par litre.....	2 mg.
Ammoniaque saline en NH^3 par litre.....	0 mg. 30
Nitrites.	proportion infinitésimale
Nitrates en NO^3H par litre	9 mg.
Chlorures en NaCl par litre.....	11 mg.
Conclusion.	eau potable

Analyse bactériologique

Colibacilles par litre: 0

Eau potable.

Analyses de surveillance

3 mars 1933: eau potable après analyse complète, l'eau n'ayant pas été déclarée potable à l'analyse précédente qui manque.

22 novembre 1933: eau potable.

5 novembre 1934: eau potable.

Saint-Etienne-au-Temple

Cette commune est située sur la rive droite de la Vesle, à 8 kilomètres de Châlons. La Vesle est une rivière de 125 kilomètres, dont le cours supérieur et le cours moyen sont tracés dans la craie blanche, le cours inférieur s'inscrivant dans les terrains tertiaires du bassin de Paris. Elle prend sa source à Somme-Vesle, baigne Courtisols, L'Epine, Bouy, Sillery, Cormontreuil, Reims, Jonchery, Fismes, puis pénètre dans le département de l'Aisne. Comme toutes les rivières champenoises la Vesle coule dans une vallée formée en majeure partie par des graviers crayeux, témoins de l'extension primitive de la rivière. En certains endroits, ces formations géologiques font place aux alluvions modernes.

Cette commune doit son nom à l'existence, à une époque reculée d'une commanderie de Templiers, établie à peu de distance, à la Neuville. C'est un Champenois, Hugues de Payens qui, de retour de Terre Sainte fonda, en 1118 l'ordre du Temple.

La Commanderie de la Neuville fut réunie plus tard à celle de Maucourt, village qui occupait l'emplacement actuel de Vitry-le-François. Saint-Etienne était tributaire de cette Commanderie, qui percevait des redevances sur plus de 100 villages de la Champagne.

Saint-Etienne compte d'après le recensement de 1931, 180 habitants qui jusqu'à ces dernières années buvaient l'eau de leurs puits creusés dans la craie. Profonds de 10 à 15 mètres ces puits généralement situés à proximité des tas de fumiers, fournissaient une eau de qualité suspecte. Le 23 juin 1929, soucieux de faire profiter leur commune des bienfaits de l'hygiène, les Conseillers municipaux décidèrent de mettre à l'étude un projet de distribution d'eau; 62 m³ étaient nécessaires, d'après les calculs basés sur 220 habitants et 800 têtes de bétail.

Le service des Ponts et Chaussées eut recours, comme d'habitude, à un puits foré. Creusé à l'Est du village, en bordure du chemin de Melette au-dessus des dernières maisons, ce forage de 36 mètres de profondeur traverse les couches suivantes:

De la cote 129,60 à la cote 129,20 terre végétale, puis de cette dernière cote à la fin du forage, craie divisée. D'après les études préliminaires pratiquées en période de basses eaux, les 20 et 21 juillet 1929, le débit d'un puits d'essai de 0 m. 80 de diamètre avait été de 4 litres 2 à la seconde pendant 12 heures consécutives, soit environ 15 m³ à l'heure. Dans le forage définitif le niveau statique s'est fixé à la cote 118,60; et au cours des essais de pompage (débit 12 m³), le niveau d'équilibre s'est abaissé à la cote 111,60. Un groupe électropompe de 5 CV., débitant 12 m³ à l'heure, fournit en 5 heures l'eau nécessaire aux besoins journaliers de la commune.

Un réservoir d'une capacité de 150 m³, s'élève à 11 m. 80 de hauteur au-dessus du forage.

L'eau est distribuée par gravitation dans la commune au moyen de 2.380 mètres de conduites, de 14 bornes-fontaines et de 7 bouches d'arrosage et d'incendie; 9 robinets-vannes, 3 robinets de purge, une ventouse, contribuent au fonctionnement régulier et à la vidange de cette installation qui,

d'après le devis devait coûter 345.472 francs. Le village ayant été détruit partiellement pendant la guerre, une subvention au titre des Régions libérées fut accordée pour la réalisation de ces travaux.

L'enquête géologique conclut à l'approbation du projet, sous réserve qu'un périmètre de protection mesurant 50 à 100 mètres de côté serait réalisé pour éviter la souillure de l'eau par les détritiques des parcs à bestiaux situés à proximité du forage. Soumise plusieurs fois à l'analyse, cette eau s'est toujours révélée de bonne qualité.

Analyse effectuée le 2 septembre 1929 au laboratoire départemental

Matières organiques en O absorbé par litre en milieu alcalin	0,25 mg.
NH ³ saline.	0
Nitrites.	0
Nitrates en NO ³ H par litre.	15 mg.
Chlorures en NaCl par litre.	18 mg.
Colibacilles par litre.	0

Eau bonne.

Analyses de surveillance

1932 au captage: eau assez bonne; en fin de canalisation: eau assez bonne.

19 février 1934: eau potable.

6 mars 1935: eau potable.

24 février 1936: eau potable.

Togny-aux-Boeufs

On écrivait autrefois Thoigny et Tongny. Tongny signifie en celte lieu élevé. Peut-être faut-il aussi accepter l'étymologie latine: tumuli ignis (autel du tombeau). D'anciens écrits nous apprennent qu'une partie du territoire appartenait autrefois au chapitre de la cathédrale; qu'en 1904

une partie des dîmes était perçue dans ce village par la collégiale de la Trinité et en 1551 par l'abbaye de Cheminon. Le couvent de Saint-Pierre de Châlons possédait la seigneurie de ce village en 1552.

La commune de Togny est située sur la rive gauche de la Marne, au Sud-Est de Châlons; 15 kilomètres environ la séparent de cette ville. Ce village s'étant construit à une certaine distance du cours de la Marne, le sous-sol est constitué, en ce qui concerne les parties les plus voisines de la rivière, par des alluvions anciennes, composées principalement par des graviers crayeux. Une petite rivière traverse la commune, c'est l'Isson, qui prend sa source à Isson, petit village réuni à Saint-Remy-en-Bouzemont, baigne de nombreuses communes telles que Loisy, Drouilly, Pringy, Songy, St-Martin-aux-Champs, Cheppes, Vitry-la-Ville, Vouciennes. Elle se jette dans la Marne à Mont-Jalon, entre Togny et Mairy. Jusqu'à ces dernières années, les habitants ne consumaient que l'eau de leurs puits creusés, au dire des anciens ouvrages « jusqu'à 20 mètres de profondeur dans l'argile, le sable et le crayon ».

Lorsque le Conseil municipal de Togny décida de remédier à la précarité de cet état de choses, deux solutions pouvaient être envisagées: la première consistait en un forage dans les alluvions modernes de la Marne, la seconde en un forage dans les alluvions anciennes. Devant les menaces de contamination que constituaient les crues de la Marne et l'existence en amont de nombreux villages, le service des Ponts et Chaussées adopta le second projet.

Le puits fut creusé en bordure du chemin Damier, dans une propriété communale, sise à 200 mètres environ à l'Ouest du village. D'une profondeur de 60 mètres, il traverse successivement la terre végétale (épaisseur: 1 mètre), puis de la craie mi-dure (épaisseur: 25 mètres). La craie blanche dure lui succède sur une épaisseur de 21 mètres et

enfin jusqu'à l'extrémité du forage, nous rencontrons la craie marneuse grise et la craie glauconieuse.

Après l'équipement du forage, des essais de rendement eurent lieu pendant deux jours consécutifs. Au cours du pompage le niveau d'équilibre s'est fixé à 38 m. 40, en contrebas de la surface du sol et le puits a fourni un débit de 16 m³ 500. Le niveau statique s'est relevé après les essais à 19 m. 60 en contrebas de la surface du sol.

La population actuelle de Togny est de 200 habitants; en tablant sur 220, le cube journalier nécessaire est de 33 m³. Un groupe électro-pompe aspire l'eau du forage et la refoule dans une tour réservoir de 100 m³ de capacité qui s'élève de 14 m. 50 au-dessus du forage.

Le réseau de distribution comprend, outre les conduites en fonte, 9 bornes-fontaines, 7 bouches d'incendie incongelables.

Un puits de vidange, destiné à permettre le nettoyage éventuel du réservoir et l'écoulement du trop plein, des robinets-vannes, des ventouses, complètent l'installation. Les analyses chimiques et bactériologiques fournissent des résultats acceptables et confirment l'avis favorable émis par le géologue qui notait très justement dans son rapport qu'on ne pouvait « rien préjuger sur la profondeur du forage, pas plus que sur le débit de l'eau à obtenir faute de nappe ». L'eau de Togny est soumise à la surveillance du Service départemental d'hygiène comme celle des communes précédentes. Nous avons procédé à l'analyse complète de cette eau.

*Laboratoire départemental de Châlons,
date de réception: 22 juillet 1931*

Matières organiques.	1,2
NH ³	légères traces
Nitrites.	traces infimes
Nitrates.	4,5
Chlorures en NaCl.	16,36
Résidu sec à 180°	140,00
Sulfates en SO ⁴ Ca.	11,46
Degré hydrotimétrique total	14°5

Conclusion: eau potable au point de vue chimique.

Nombre de germes non liquéfians par cm³: 4.320.
— liquéfians par cm³: 360.

Moisissures.	0
Colibacilles.	0
Bacillus fluorescens liquefaciens	0
Germes de la putréfaction.	0

Cette eau ne contenant pas de bacilles pathogènes, peut être considérée comme potable.

Analyses de surveillance

22 mars 1935:

Nombre de germes non liquéfians au cm³: 300.
— liquéfians au cm³: 100.
200 germes par litre, donnant: plomb +++.
rouge neutre ++.
indol: traces.

Installation récemment mise en service; causes de souillure provenant des travaux d'installation.

28 novembre 1935: eau potable, mais à surveiller.

CHAPITRE III

RÉSULTATS PERSONNELS
DES ANALYSES CHIMIQUES
ET BACTÉRIOLOGIQUES

Résultats des analyses chimiques.

	N° 1	N° 2
Lieu du prélèvement.	Thibie captation	Thibie puits privé
Date du prélèvement.	13 mai 1935 7 h. 30	20 mai 1935 7 h. 45
Température de l'air.	5°	14°
Température de l'eau.	12°	10°
Odeur.	nulle	nulle
Saveur.	nulle	nulle
Limpidité.	parfaite	parfaite
Dépôt.	nul	nul
Oxygène dissous en mg. d'oxygène.....	8,35	9,53
Oxygène dissous après 48 heures à + 37°...	8,30	9,32
Coefficient d'altérabilité.	0,006	0,02
Gaz carbonique total.	113,52	148,72
Gaz carbonique combiné.	62,7	74,8
Gaz carbonique libre et demi-combiné.....	50,82	73,92
Azote ammoniacal en NH^3	0,044	0,008
Azote nitreux.	0	0
Azote nitrique en NO^3H	10,10	15,72
Azote organique en NH^3	0,29	0,096
Matières organiques: milieu acide.....	5,5	4,7
milieu alcalin.	4,2	0,8
Résidu à 110°.	201	276,5
Résidu au rouge sombre après reconstitution des carbonates.	156	247
Perte au rouge.	45	29,5
Chlore total en Cl.	8,52	11,36
Acide sulfurique total en SO^3	4,05	7,55
Acide phosphorique en P^2O^5	< 0,02	0,1
Silice en SiO^2	4,86	4,66
Oxyde de fer et alumine en $\text{Al}^2\text{O}^3 + \text{Fe}^2\text{O}^3$.	1,86	0,5
Chaux totale en CaO	79,80	102,2
Magnésie totale en MgO		2,82
Degré hydrotimétrique total	13°3	17°
Degré hydrotimétrique permanent	7°6	7°3
Degré hydrotimétrique après élimination de la chaux.	1°7	1°7
Alcalimétrie totale en CO^3Ca	135,00	170
Alcalimétrie permanente.	37,5	42,5

Les résultats sont exprimés en milligrammes et par litre d'eau.

	N° 5	N° 6
Lieu du prélèvement.	source du Pisseleu	Villers-le-Château puits privé
Date du prélèvement.	3 juin 1935	2 oct. 1935
Température de l'air.	14°5	-
Température de l'eau.	10°5	13°
Odeur.	nulle	faible
Saveur.	nulle	nulle
Limpidité.	parfaite	parfaite
Dépôt.	nul	nul
Oxygène dissous en mg. d'oxygène.	9,22	8,14
Oxygène dissous après 48 heures à + 37°... ..	8,30	7,68
Coefficient d'altérabilité.	0,10	0,06
Gaz carbonique total.	143	154
Gaz carbonique combiné.	72,6	79,2
Gaz carbonique libre et demi-combiné.	70,4	74,8
Azote ammoniacal en NH^3	0,023	0,010
Azote nitreux.	0	.0
Azote nitrique en NO^3H	10,51	24,70
Azote organique en NH^3	0,077	0,093
Matières organiques: milieu acide.	0,5	5,45
milieu alcalin.	1,4	0,35
Résidu à 110°.	230	265,5
Résidu au rouge sombre après reconstitution des carbonates.	144	255,5
Perte au rouge.	86	10,0
Chlore total en Cl.	10	14
Acide sulfurique total en SO^3	10,30	7,55
Acide phosphorique en P^2O^5	< 0,02	< 0,02
Silice en SiO^2	4,53	5,56
Oxyde de fer et alumine en $\text{Al}^2\text{O}^3 + \text{Fe}^2\text{O}^3$	0,33	0,66
Chaux totale en CaO	101,73	109,66
Magnésie totale en MgO	1,92	2,16
Degré hydrotimétrique total	16°	17°3
Degré hydrotimétrique permanent	6°5	8°5
Degré hydrotimétrique après élimination de la chaux.	2°1	10°6
Alcalimétrie totale en CO^3Ca	170	165
Alcalimétrie permanente.	52,5	37,5

	N° 9	N° 10
Lieu du prélèvement.	Chêniers captation	L'Epine captation
Date du prélèvement.	12 janv. 1936 9 heures	26 janv. 1936 8 h. 45
Température de l'air.	8°	9°
Température de l'eau.	5°	6°
Odeur.	nulle	faible mat. org.
Saveur.	nulle	nulle
Limpidité.	parfaite	parfaite
Dépôt.	nul	nul
Oxygène dissous en mg. d'oxygène.	7,89	7,99
Oxygène dissous après 48 heures à + 37°... ..	6,76	6,66
Coefficient d'altérabilité.	0,14	0,16
Gaz carbonique total.	154,88	194,04
Gaz carbonique combiné.	74,8	105,60
Gaz carbonique libre et demi-combiné.	80,08	88,44
Azote ammoniacal en NH^3	0,013	0,028
Azote nitreux.	0	0
Azote nitrique en NO^3H	3,58	7,45
Azote organique en NH^3	0,04	0,105
Matières organiques: milieu acide.	1,1	2,7
milieu alcalin.	0,5	0,4
Résidu à 110°.	208	292
Résidu au rouge sombre après reconstitution des carbonates.	187	277
Perte au rouge.	21	15
Chlore total en Cl.	4,97	8
Acide sulfurique total en SO^3	11,05	7,55
Acide phosphorique en P^2O^5	0,03	0,04
Silice en SiO^2	4,3	6,8
Oxyde de fer et alumine en $\text{Al}^3\text{O}^3 + \text{Fe}^2\text{O}^3$. ..	0,6	0,3
Chaux totale en CaO	94,26	134,86
Magnésie totale en MgO	1,12	1,63
Degré hydrotimétrique total	16°4	20°3
Degré hydrotimétrique permanent	7°3	8°1
Degré hydrotimétrique après élimination de la chaux.	10°4	9°7
Alcalimétrie totale en CO^3Ca	140	197,5
Alcalimétrie permanente.	25	20

	N° 11	N° 12	N° 13
Lieu de prélèvement.	Source du Bauchet	St-Etienne au Temple captation	Togny-aux Bœufs
Date du prélèvement.	mars 1935	9 févr. 1936	18 mars 1936
Température de l'air.		8 h. 45	10 h. 45
Température de l'eau.	11°	0°	14°
Odeur.	nulle	nulle	nulle
Saveur.	agréable	nulle	nulle
Limpidité.	parfaite	parfaite	parfaite
Dépôt.	nul	nul	nul
Oxygène dissous en mg. d'O. ...	7,48	7,17	8,61
Oxygène dissous après 48 heures à + 37°	6,81	6,86	7,38
Coefficient d'altérabilité	0,09	0,04	0,14
Gaz carbonique total	156,2	145,20	153,12
Gaz carbonique combiné	63,8	86,46	83,60
Gaz carbonique libre et demi-com- biné	92,4	58,74	69,52
Azote ammoniacal en NH^3	0,115	0,016	0,013
Azote nitreux	0	0	0
Azote nitrique en NO^3H	24,82	16,92	24,94
Azote organique en NH^3	0,111	0,138	0,096
Matières organiques: milieu acide	0,95	0,7	1,7
milieu alcalin	0,8	0,9	1,2
Résidu à 110°	209,5	268	269
Résidu au rouge sombre après re- constitution des carbonates	160,5	224	205
Perte au rouge	49	44	64
Chlore total en Cl	7,81	9	5,68
Acide sulfurique total en SO^3 ..	4,97	6,59	26,4
Acide phosphorique en P^2O^5	< 0,02	< 0,02	0,02
Silice en SiO^2	4,4	4,06	5,93
Oxyde de fer et alumine en $\text{Al}^2\text{O}^3 + \text{Fe}^2\text{O}^3$	1,4	4	0,66
Chaux totale en CaO	105,74	102,66	96,53
Magnésie totale en MgO	2	1,75	2,61
Degré hydrotimétrique total	16°3	16°2	14°6
Degré hydrotimétrique permanent	8°9	7°6	8°9
Degré hydrotimétrique après éli- mination de la chaux	1°6	4°	7°3
Alcalimétrie totale en mg. de CO^3Ca	165,00	145	152,5
Alcalimétrie permanente.	35	17,5	22,5

Interprétation des résultats des analyses chimiques

Nous ne dissimulerons pas que pour avoir une idée exacte de la qualité des eaux d'alimentation des villages, plusieurs analyses effectuées en différentes saisons eussent été nécessaires. Le temps nous a manqué pour mener à bien pareille entreprise.

Néanmoins, grâce à la composition chimique de ces différentes eaux, nous pouvons apprécier grossièrement leur potabilité.

Remarquons tout d'abord que toutes les eaux soumises à notre analyse renferment à la fois de l'azote ammoniacal et de l'azote organique; dans la plupart des cas les chiffres obtenus sont inférieurs aux limites fixées par les différents auteurs; c'est principalement dans le cas de l'azote organique que ces limites sont dépassées.

Voici les chiffres relevés pour différentes eaux:

Analyse n° 1: captation de Thibie.	0,29
Analyse n° 3: captation de Saint-Pierre.	0,118
Analyse n° 7: captation de Saint-Gibrien.	0,102
Analyse n° 10: captation de L'Epine.	0,105
Analyse n° 11: source du Bauchet.	0,111
Analyse n° 12: captation de Saint-Etienne au Temple.	0,138

L'azote ammoniacal oscille entre 0 mgr. 01 et 0 mgr. 115 par litre.

Si nous n'envisagions que ces éléments, nous pourrions peut-être déclarer impropre à la consommation l'eau de ces villages. La proportion d'azote nitrique et de chlorures modifiera notre appréciation. Pour le Comité consultatif d'hygiène publique de France, les eaux potables ne doivent pas contenir plus de 15 milligrammes d'azote nitrique par litre. Il ne faut pas accorder à ce chiffre un caractère d'absolue nécessité. Les nitrates peuvent avoir une origine essentiellement végétale, surtout dans les régions où les cultures sont prédominantes. Leur présence dans ce cas n'est pas un mau-

vais signe. Mais lorsque les nitrates sont associés à une forte proportion de chlorures, on doit soupçonner une infiltration de déchets animaux. Le Comité consultatif d'hygiène indique:

Moins de 15 milligrammes de chlore pour les eaux très pures;
Moins de 40 milligrammes de chlore pour les eaux potables;
De 50 à 100 milligrammes de chlore pour les eaux suspectes;
Plus de 100 milligrammes de chlore pour les eaux mauvaises.

Presque toutes nos analyses accusent une proportion élevée de nitrates, toujours inférieure cependant à 30 milligrammes par litre. Les chlorures par contre se maintiennent au-dessous du chiffre de 15 milligrammes, fixé par le Conseil supérieur d'hygiène. Par conséquent, les nitrates n'ont pas pour origine des déchets animaux et ne peuvent servir de test de contamination. Le taux des matières organiques est assez variable suivant les différents prélèvements.

L'eau de la captation de Thibie nous donne 5 mgr. 5 de matières organiques en milieu acide et 4 mgr. 2 en milieu alcalin; l'eau de Thibie (puits privé), 4 mgr. 7 en milieu acide et 0 mgr. 8 en milieu alcalin; l'eau d'un puits à Villers-le-Château 5 mgr. 4 et 0 mgr. 35.

Ces quantités de matières organiques sont trop fortes, même en admettant leur origine exclusivement végétale; à eux seuls ces chiffres font envisager la possibilité d'une contamination animale et incitent à la prudence pour l'avenir. La présence de quantités assez fortes de phosphates dans deux cas, confirme cette idée; c'est un signe de contamination de l'eau par l'urine, les matières fécales, par des infiltrations d'eaux résiduaires industrielles ou d'eaux de pluie ayant traversé des terres cultivées renfermant des engrais phosphatés.

Nous n'avons pas trouvé de nitrites, même à l'état de traces dans les différents échantillons. En ce qui concerne la minéralisation propre, nous remarquons d'une façon géné-

rale, qu'elle ne dépasse pas 335 milligrammes par litre. La chaux comme cela était à prévoir, constitue l'élément dominant, mais n'empêche pas toutefois la cuisson des légumes ou le savonnage du linge.

La silice s'y trouve en faible proportion; l'alumine et le fer à l'état de traces; la magnésie à une exception près ne dépasse pas 3 milligrammes par litre.

Les différentes particularités que nous avons rencontrées dans les eaux de captation étudiées ne doivent pas nous étonner. Qu'il s'agisse de minéralisation totale, de matières organiques, de sels ammoniacaux, de nitrates, nous devons nous rappeler que la proportion de ces éléments est en relation avec la structure particulière des calcaires. Nous ne pouvons être aussi exigeants pour ces eaux issues de terrains fissurés que pour des eaux de source ou d'origine alluvionnaire.

Il est nécessaire également d'être très prudent dans l'appréciation de la qualité de ces eaux: les terrains fissurés sont sujets plus que tous les autres aux contaminations. A la faveur de précipitations atmosphériques abondantes provoquant une montée soudaine de l'eau dans les réseaux aquifères, l'eau, réputée de bonne qualité aujourd'hui, sera peut-être gravement polluée demain. D'autre part, la zone de captation est environnée de champs cultivés et l'eau d'infiltration entraîne bien souvent une partie des engrais répandus à la surface du sol. C'est pourquoi des analyses de surveillance sont nécessaires plus que partout ailleurs.

Ces données nous permettront de classer provisoirement, sous réserve des résultats des analyses bactériologiques, nos prélèvements d'eaux en diverses catégories.

Eau de très bonne qualité: néant.

Eau de bonne qualité: Aulnay-sur-Marne, Chêniers.

Eau d'assez bonne qualité: source du Pisseleu, Saint-Gibrien, L'Epine, Saint-Pierre (puits particulier et captation), source du Bauchet, Togny-aux-Bœufs.

Eau de qualité médiocre: Saint-Etienne au Temple.

Eau suspecte: eau de Thibie (captation et puits particulier).
Villers-le-Château.

Eau mauvaise: néant.

Résultats des analyses bactériologiques

Numéros des analyses	examen bactériologique	Bacilles fluorescents
N° 1	Numération: 63 colonies par cm ³ , dont 11 colonies liquéfiantes et 6 moisissures. Recherche du Colibacille pratiquée sur 100 cm ³ d'eau: négative.	Présence : au moins 10.000 germes par litre.
N° 2	Numération: 80 colonies par cm ³ , dont 23 colonies liquéfiantes et 6 moisissures. Recherche du Colibacille pratiquée sur 100 cm ³ d'eau: négative.	Présence : au moins 10.000 germes par litre.
N° 3	Numération: 304 colonies par cm ³ , dont 27 colonies liquéfiantes. et 28 moisissures. Recherche du Colibacille pratiquée sur 75 cm ³ d'eau: négative.	Présence : au moins 2.000 germes par litre.
N° 4	Numération: 67 colonies par cm ³ , dont 12 colonies liquéfiantes et 7 moisissures. Recherche du Colibacille pratiquée sur 100 cm ³ d'eau: négative.	Présence : au moins 10.000 germes par litre.
N° 5	Numération: 28 colonies par cm ³ , dont 8 colonies liquéfiantes et 7 moisissures. Recherche du Colibacille pratiquée sur 100 cm ³ d'eau: négative.	Présence : au moins 2.000 germes par litre.
N° 6	Numération: 24 colonies par cm ³ , dont 3 moisissures. Recherche du Colibacille pratiquée sur 100 cm ³ d'eau: négative.	Absence.

Numéros des analyses	examen bactériologique	Bacilles fluorescents
N° 7	Numération: 584 colonies par cm ³ , dont 59 colonies liquéfiantes et 3 moisissures. Recherche du Colibacille pratiquée sur 100 cm ³ d'eau: négative.	Présence : au moins 10.000 germes par litre.
N° 8	Numération: 1.384 colonies par cm ³ , dont 257 colonies liqué- fiantes et 6 moisissures. Recherche du Colibacille pratiquée sur 100 cm ³ d'eau: négative.	Présence : au moins 10.000 germes par litre.
N° 9	Numération: 251 colonies par cm ³ , dont 23 colonies liquéfiantes. Recherche du Colibacille: positive. Numération : 30 Colibacilles par litre.	Présence : au moins 1.000 germes par litre.
N° 10	Numération: 100 colonies par cm ³ , dont 6 colonies liquéfiantes et 6 moisissures. Recherche du Colibacille pratiquée sur 100 cm ³ d'eau: négative.	Présence : au moins 2.000 germes par litre.
N° 11	Numération: 19 colonies par cm ³ , dont 8 colonies liquéfiantes et 1 moisissure. Recherche du Colibacille pratiquée sur 100 cm ³ d'eau: négative.	Présence : au moins 10.000 germes par litre.
N° 12	Numération: 354 colonies par cm ³ , dont 129 colonies liquéfiantes et 1 moisissure. Recherche du Colibacille pratiquée sur 100 cm ³ d'eau: négative.	Présence : au moins 10.000 germes par litre.
N° 13	Numération: 176 colonies par cm ³ , dont 55 colonies liquéfiantes et 4 moisissures. Recherche du Colibacille pratiquée sur 100 cm ³ d'eau: négative.	Présence : au moins 10.000 germes par litre.

Interprétation des résultats des analyses bactériologiques

Au cours des 13 analyses effectuées autour de la Ville de Châlons, nous n'avons décelé qu'une fois la présence de Colibacille. Il s'agit de l'eau de Chêniers qui, au point de vue chimique, s'avérait de bonne qualité. La présence de 10.000 Bacilles fluorescents par litre, confirme d'ailleurs l'existence, à cette époque d'une pollution due, sans doute, aux précipitations atmosphériques hivernales. Les deux prélèvements de Thibie, classés suspects au point de vue chimique, ont une flore microbienne peu abondante; cependant la présence d'une grande quantité de germes fluorescents peut faire redouter une contamination. Par contre le résultat de l'analyse bactériologique fait soupçonner que l'eau de Villers-le-Château doit contenir uniquement des matières organiques végétales.

L'eau d'Aulnay-sur-Marne peut rester dans la catégorie où l'ont classée les résultats de l'analyse chimique, malgré la présence d'un nombre important de germes dus, sans doute aux crues hivernales des masses d'eaux souterraines. Les eaux de Saint-Gibrien, de Saint-Pierre, prélevées au printemps, fournissent d'excellents résultats au point de vue bactériologique; notons cependant que l'eau du puits particulier de Saint-Pierre renferme un nombre plus important de fluorescents que l'eau de la captation. L'eau du Pisseleu se classe, au point de vue bactériologique dans les eaux très pures, si l'on se reporte à l'échelle de MIQUEL. Les eaux de Saint-Gibrien, L'Epine et Togny-aux-Bœufs, renferment moins de 600 colonies par cm³. L'eau de L'Epine moins riche en germes ne contient que 2.000 fluorescents par litre.

Les eaux du Bauchet, de Saint-Etienne au Temple, méritent de s'élever et de passer dans une catégorie supérieure, étant donnée leur pauvreté en germes.

CONCLUSIONS

Nous avons étudié en détail, la question de l'eau potable dans une ville assez importante et dans plusieurs villages de la Champagne. De cette étude nous pouvons tirer de multiples enseignements.

Tout d'abord les conditions géologiques influent fortement sur l'hydrologie de la Champagne. Il ne faudrait cependant pas croire à l'absence totale d'eau dans le sous-sol crayeux de notre région. Nous avons vu que l'on peut trouver de l'eau dans la Champagne, mais avec plus de peine que dans d'autres régions plus favorisées: le régime des eaux est plus indépendant, plus irrégulier, plus capricieux dans la craie et les hydrologues se perdent encore en conjectures pour expliquer certaines particularités de son comportement.

Peu de cours d'eau, pas de source au sens propre du mot: il faut avoir recours, la plupart du temps aux eaux du sous-sol. Or la constitution particulière des couches géologiques de notre région ne permet pas de garantir d'une façon certaine la pureté des eaux qu'elles contiennent.

Les efforts continus qui ont été poursuivis dans notre département, aussi bien dans les villes que dans les villages, pour mettre à la disposition de la population une eau de bonne qualité n'en sont que plus louables.

Actuellement, les Châlonnais ont à leur disposition un minimum de 350 litres d'eau par jour et par tête et il y a lieu de féliciter les Municipalités qui ont mené à bien l'entreprise de captage dans les alluvions de la rive droite et qui n'ont pas craint, malgré les critiques de « voir grand »

et d'engager des dépenses considérables pour s'entourer de tous les renseignements, de toutes les garanties scientifiques et techniques désirables, afin de réaliser une œuvre qui dure. Nos édiles ont eu raison d'abandonner la tradition des captages sur la rive gauche, qui depuis la fondation de l'usine n'avaient jamais donné complète satisfaction et de rejeter la solution facile de prime abord, qui consistait à puiser directement l'eau dans la Marne et à lui faire subir de multiples traitements pour la décanter, la filtrer et la rendre potable.

Ce procédé non seulement entraînait de grosses installations, une surveillance et un entretien de tous les instants, mais encore obligeait à javelliser l'eau. Or, nous ne savons pas encore si l'absorption prolongée de chlore, même à doses infinitésimales n'a pas de répercussion sur l'organisme humain.

Il faut donc considérer comme une heureuse innovation le captage des eaux d'alluvions sur la rive droite; nous avons vu ses avantages, tant sous le rapport de la qualité, que sous celui de la possibilité d'extension future. Au point de vue hygiénique, les analyses chimiques et bactériologiques nous permettent de conclure que nous avons sur la rive droite, une eau d'excellente qualité qui semble à l'abri de toutes souillures. L'avenir seul nous dira si de fortes crues de la Marne pourraient avoir une répercussion sur la composition chimique et bactériologique de l'eau des puits filtrants. Nous pouvons signaler cependant que même pendant l'hiver et après de fortes pluies, la teneur en bactéries est demeurée sensiblement constante et que le Colibacille n'a jamais manifesté sa présence. Un seul reproche à faire à cette eau: c'est sa température qui est un peu élevée.

Nous ne pouvons pas dire autant de bien de l'eau captée sur la rive gauche et nous souhaitons de voir abandonner, dans un avenir prochain, l'ancien système de captation. Les

eaux fournies par les galeries filtrantes et par les puits de l'usine des eaux sont exposées à de nombreuses causes de souillures et les crues de la Marne influent fortement sur leur qualité. Les compositions chimique et bactériologique subissent alors de fortes variations qui obligent à classer à cette époque, ces eaux comme suspectes.

Nous formulons le même souhait en ce qui concerne les puits particuliers de Châlons. Il y aurait lieu de conseiller aux habitants qui ne l'ont pas encore fait, d'abandonner la consommation de l'eau fournie par les puits et d'utiliser l'eau distribuée par la ville. Nous ne voulons pas dire par là que tous les puits particuliers qui existent à Châlons soient contaminés; beaucoup le sont; les autres sont voués à l'être un jour ou l'autre. Que la souillure soit permanente ou temporaire, cela n'a pas d'importance. Le résultat pratique, c'est que ces puits n'offrent pas les garanties de sécurité souhaitables et que la qualité de leurs eaux ne peut être contrôlée.

Nous verrions également avec plaisir, le Service des eaux assurer lui-même, périodiquement la surveillance de l'eau distribuée dans la Ville de Châlons. La mise au point de ce service de surveillance ne constituerait pas une grosse dépense pour le budget communal. Les analyses effectuées seraient sommaires et comprendraient uniquement la détermination des éléments chimiques et bactériologiques indispensables pour apprécier la qualité de l'eau. Cette surveillance constituerait une garantie supplémentaire, permettrait, le cas échéant, de pratiquer une stérilisation temporaire de l'eau et fournirait aussi d'utiles enseignements pour les projets futurs de captation.

En terminant l'étude de l'eau potable à Châlons, souhaitons que les derniers travaux réalisés ne soient que le prélude d'une œuvre plus importante: nous entendons par là, l'assainissement de la Ville par la construction d'un réseau d'égouts et la destruction de nombreux quartiers insalubres.

En ce qui concerne les communes rurales, un grand pas a été fait dans la réalisation du programme de l'eau potable; plus de la moitié des communes de notre département ont maintenant leur adduction d'eau.

Nos félicitations vont aux différents pouvoirs publics qui ont mené à bien cette tâche délicate, aux autorités communales qui ont compris l'utilité de ces travaux. La création d'un Service départemental de surveillance des eaux complète heureusement la réalisation de cette œuvre d'hygiène publique. Ce service était indispensable, surtout dans notre région, où prédominent les terrains calcaires. En l'absence de sources, on a eu recours dans les communes que nous avons examinées à des puits forés dans la craie. Comme nous l'avons vu, la texture de cette roche influe à la fois sur la composition chimique, le débit et la qualité des eaux qu'elle renferme. Les eaux des calcaires sont particulièrement vouées aux contaminations. En examinant les analyses chimiques et bactériologiques, nous pouvons tirer les conclusions suivantes que malgré toutes les garanties dont les pouvoirs publics se sont entourés pour les forages, les eaux de plusieurs communes que nous avons envisagées dans notre travail ne peuvent être classées que dans les eaux d'assez bonne ou même médiocre qualité. Ce sont les terrains crayeux qui sont les grands coupables.

Ce succès incomplet doit-il faire mésestimer l'œuvre réalisée. Non certes. Elle constitue une amélioration sérieuse de l'état de choses existant. Mais il reste encore beaucoup à faire pour compléter la tâche entreprise. Tout d'abord, il faut que les habitants des villages comprennent que leur intérêt est d'abandonner les puits particuliers creusés au hasard dans les cours des fermes et de se servir régulièrement de l'eau que la commune met à leur disposition. Le gros obstacle vient du traditionnalisme des habitants de nos campagnes: certains nous ont objecté qu'il n'y avait plus de fièvre

typhoïde dans les villages où l'on ne se servait que de l'eau des puits particuliers, comme si, par suite d'une mithridatisation prolongée pendant des générations, l'organisme s'était habitué à consommer une eau de qualité douteuse ou mauvaise. Rappelons-nous cependant que l'eau peut transmettre d'autres maladies que la fièvre typhoïde et que la consommation d'une eau de mauvaise qualité peut entraîner de nombreux désordres dans l'organisme humain. Il n'est pas douteux que l'usage régulier des concessions d'eau dans les communes améliorera la qualité de l'eau distribuée, par son renouvellement dans les conduites.

Au cours de notre étude, nous avons pu faire une autre constatation: l'eau prélevée, en fin de canalisations dans divers villages, a souvent été déclarée mauvaise. Il y aurait donc lieu de prévoir dans les projets futurs de captations des robinets de vidange placés en fin de canalisations et de conseiller aux autorités responsables de vider périodiquement réservoir et conduites de distribution afin d'éviter le séjour prolongé de l'eau en certains points des canalisations.

Nous ne devons également pas perdre de vue que la création de telles adductions d'eaux surveillées ne peut qu'être utile à la défense nationale: ces multiples points d'eau potable pourront, le cas échéant, être utilisés par les troupes en cantonnement.

En terminant cette étude, nous ne pouvons que nous réjouir, comme Châlonnais et comme Marnais, des efforts continus, des initiatives heureuses dont notre Ville et notre département sont l'objet, et qui contribuent par leur succès à sauvegarder la santé publique.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. BARBAT (L.). — Histoire de la ville de Châlons-sur-Marne et de ses monuments, Châlons-sur-Marne, 1860.
2. BELGRAND. — La Seine, *Etude hydrographiques*, Paris, 1872.
3. BOISNIER (M.). — L'eau dans la Champagne pouilleuse. *Ann. Ponts et Chaussées*, sept. et oct. 1919.
4. BONJEAN (Ed.), DE LAUNAY (L.) et MARTEL (E.-A.). — Le sol et l'eau, 1925.
5. BROUARDEL. — Rapport sur la répartition de la fièvre typhoïde. *Journal Officiel* du 30 avril 1891.
6. CHALETTE (J.). — Précis de la statistique générale du département de la Marne, publié sous les auspices de M. le Préfet. Châlons, 1845.
7. CHEVRON (J.). — Les puits publics à Châlons et les légendes du puits d'amour. *Mém. de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne*, 2^e série, t. XIV.
8. Comité Hygiène et Eau: Liste des communes pourvues d'une aduction d'eau potable. Paris, 1934.
9. CORNET-PAULUS. — Dictionnaire historique et statistique des rues de Châlons-sur-Marne. Châlons, 1868.
10. CROZET (R.). — Histoire de la Champagne.
11. DEQUIDT (D^r G.). — Existe-t-il une politique de l'eau potable en France. *Le Mouvement sanitaire*, n° 137, sept. 1935.
12. DUGUÉ (E.-S.). — Dérivation de la Somme-Soude et du Morin. *Eaux de Paris*. Paris, 1862.
13. FAURE (H.). — Rapport sur l'ensemble des travaux des Conseils d'hygiène publique et de salubrité du département de la Marne, séance du 10 avril 1860.
14. GOSSELET (J.). — Leçons sur les nappes aquifères du Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XIV.
15. GOSSELET (J.). — Nappes aquifères de la craie au Sud de Lille. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXXIII.

16. GRIGNON (L.). — Renseignements topographiques et historiques sur diverses communes des environs de Châlons, 1891.
17. GRIGNON (L.). — Topographie historique de la ville de Châlons, 1889.
18. GUYOT (D^r). — Sur les inventions, travaux d'art, d'industrie et de cultures du docteur Guyot, exécutés sous sa direction dans la maison Jacquesson et fils, à Châlons-sur-Marne et à Sillery, près Reims. Bibliothèque municipale.
19. HUGO (V.). — Le Rhin, t. I, page 30.
20. IMBEAUX (D^r). — Annuaire statistique et descriptif des distributions d'eau, Paris, 1903.
21. IMBEAUX (D^r) et VILLAIN. — Rapport 29 décembre 1902. *Archives du Service des eaux*, année 1902.
22. JOLLY (D^r). — Essai sur la statistique et la topographie médicale de la ville de Châlons, 1820.
23. LASSEUR (Ph.). — Contribution à l'étude du Bacille chlororaphis G et S. *Th. Sciences*, Nancy, 1911.
24. LAURENT (J.). — Au cœur de la Champagne pouilleuse: Villeseigneux et son conflit avec la ville de Paris. *Almanach Matot-Braine*, 1912.
25. LAURENT (J.). — La végétation de la Champagne crayeuse, t. I, 1921.
26. LEMOINE (R.). — Le niveau moyen du sol de Châlons au-dessus des rivières le Mau et le Nau, à l'époque gallo-romaine, 1912.
27. MALJEAN (D^r). — Etude bactériologique de l'eau de la ville de Châlons-sur-Marne. *Union Médicale du Nord-Est*, sept. et oct. 1893.
28. MARTEL (E.-A.). — Extrait du rapport au Ministre de l'Intérieur, 6 février 1915. *Archives du Service des eaux*.
29. MARTEL (E.-A.). — La rivière souterraine de Trépail. *Bull. Soc. Géol.*, n° 88, t. XIII, 1902.
30. MARTEL (E.-A.). — Lettre adressée au Maire de Châlons, le 23 août 1911.
31. MARTEL (E.-A.). — Nouveau traité des eaux souterraines, Paris, 1921.
32. MARTEL (E.-A.). — Rapport géologique adressé au Préfet du département de la Marne, le 22 août 1911. *Archives du Service des eaux*.

33. MARTEL (E.-A.). — Rapport et avis géologique sur le projet de captage d'eau potable de Châlons-sur-Marne, Paris, 1^{er} mai 1934. *Archives du Service des eaux*.
34. MAURY (L.). — Les sources du Mau. *Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne*, 2^e série, t. XX.
35. MICHELET. — Notre France, p. 237.
36. MOIGNON (E.). — Châlons souterrain. *Extrait des Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne* (1896).
37. NIVOIT et FUCHS. — Feuilles Reims et Châlons de la carte géologique, 1880.
38. PIERRON (R.). — L'eau de source à Nancy. *Th. doct., Pharm.*, Nancy, 1927.
39. POINSIGNON (M.). — Géographie du département de la Marne, 1874.
40. Rapport de la Commission des eaux. Séance du 27 septembre 1872 du Conseil municipal de Châlons. Bibliothèque municipale.
41. Registre des délibérations du Conseil municipal. Séance du 31 octobre 1872.
42. Registre des délibérations du Conseil municipal. Séance du 3 novembre 1877.
43. Registre des délibérations du Conseil municipal. Séance du 9 janvier 1880.
44. Registre des délibérations du Conseil municipal. Séance du 27 décembre 1881.
45. Registre des délibérations du Conseil municipal. Séance du 23 juin 1882.
46. Registre des délibérations du Conseil municipal. Séance du 12 mai 1885.
47. Registre des délibérations du Conseil municipal. Séance du 27 décembre 1892.
48. Registre des délibérations du Conseil municipal. Séance du 27 décembre 1895.
49. Registre des délibérations du Conseil municipal. Séance du 10 avril 1917.

50. Registre des délibérations du Conseil municipal. Séance du 16 juin 1930.
 51. Registre des délibérations du Conseil municipal. Séance du 27 février 1933.
 52. Registre des délibérations du Conseil municipal. Séance du 27 décembre 1933.
 53. Registre des délibérations du Conseil municipal. Séance du 1^{er} février 1934.
 54. ROCHAIX (A.). — Essai sur l'établissement d'une formule d'analyse bactériologique des eaux. *Le Mouvement sanitaire*, mars 1936, n° 143.
 55. Traité de concession pour l'alimentation de la ville de Châlons par les eaux de la Marne. Bibliothèque municipale.
 56. VENDEL (H.). — Visitez Châlons. *Brochure éditée par le Syndicat d'initiative de Châlons*, 1934.
 57. VERNIER (I.). — Projet d'une alimentation d'eau nouvelle, au moyen d'eau de source, 1891.
-

Nancy, le 7 avril 1937.

Le Doyen de la Faculté de Pharmacie,

PASTUREAU.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER:

Nancy, le 8 avril 1937.

Le Recteur de l'Académie,

L. BRUNTZ.

Président du Conseil de l'Université.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.	7
-----------------------	---

PREMIÈRE PARTIE

Etude géographique, géologique et hydrologique

CHAPITRE PREMIER

<i>Etude géographique et géologique.</i>	19
Etude géographique.	19
Etude géologique.	22
Histoire géologique de la Champagne.	22
Examen géologique des environs immédiats de Châlons.	24

CHAPITRE II

<i>Etude hydrologique de la région de Châlons.</i>	31
Composition chimique des différents terrains existant dans la région de Châlons.	31
Allure générale du réseau fluvial de la Champagne.	36
Régime des eaux souterraines dans la Champagne crayeuse.	37

DEUXIÈME PARTIE

La Ville de Châlons

et le problème de son alimentation en eau potable

CHAPITRE PREMIER

<i>Situation géographique et topographie de la Ville.</i>	55
Les cours d'eau qui traversent la Ville.	58
Considérations sur l'hydrologie du sous-sol de Châlons.	63

CHAPITRE II

<i>Historique de la Ville de Châlons.</i>	67
---	----

CHAPITRE III

<i>Historique de la question de l'eau potable à Châlons.....</i>	77
Les puits publics et privés.....	77
Réalisation d'une distribution d'eau potable.....	83
Prolongement des galeries de captage (1892).....	97
Projet Vernier.	98
Prolongement des galeries de captage (1895).....	103
Forage d'un puits d'essai, chemin bas de Compertrix (1901).	107
Etablissement d'un puits foré dans la cour de l'usine des eaux (1903-1904).	109
Etablissement d'un second puits foré à l'usine des eaux (1911-1912).	113
Prolongement des galeries de captage effectué en 1917 par les soins de l'autorité militaire.....	119
Projet de la Société « Eau et Assainissement » (1934- 1935).	125
Réalisation du projet de la Société « Eau et Assainisse- ment » et la question des eaux à Châlons, avant la mise en service de l'installation.	145
Renseignements sanitaires sur la Ville de Châlons.....	159

CHAPITRE IV

<i>Technique opératoire des analyses chimique et bactériologique.</i>	165
Technique opératoire de l'analyse chimique.....	165
Technique opératoire de l'analyse bactériologique.....	179

CHAPITRE V

<i>L'eau de Châlons. — Etude chimique et bactériologique.....</i>	195
Recherches bibliographiques.	195
Résultats personnels.	225
Résultats des analyses chimiques.	225
Interprétation des résultats des analyses chimiques.	231
Résultats des analyses bactériologiques.	233
Interprétation des résultats des analyses bactériolo- giques.	234

TROISIÈME PARTIE

**Etudes des eaux de quelques communes
situées dans la région de Châlons**

CHAPITRE PREMIER

<i>Effort fait dans le département de la Marne pour doter les communes d'une distribution d'eau potable.....</i>	239
--	-----

CHAPITRE II

<i>Etude de l'alimentation en eau potable de quelques communes: Thibie, Saint-Pierre, Villers-le-Château, Saint-Gibrien, Aulnay-sur-Marne, Chêniers, L'Epine, Saint-Etienne au Temple, Togny-aux-Bœufs.</i>	253
---	-----

CHAPITRE III

<i>Résultats personnels des analyses chimiques et bactériologiques.</i>	279
<i>Résultats des analyses chimiques.....</i>	279
<i>Interprétation des résultats des analyses chimiques.....</i>	287
<i>Résultats des analyses bactériologiques.</i>	290
<i>Interprétation des résultats des analyses bactériologiques.</i>	292
CONCLUSIONS.	293
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.	299



*Seal of the University of Toronto
at the York & Albany
House*

